

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU

Ayşən Adımova Davud qızı
Sahilə Zeynallı Şıxəli qızı
Seymur Abdullayev Elnur oğlu
Cəfərli Zümrüd Məhəmməd qızı
Könül Zeynalova Şamil qızı

“ İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində məlumat təhlükəsizliyi və verilənlərin təhlili”

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

İxtisas: “060631”–“Kompüter mühəndisliyi”

İxtisaslaşma: “Komputer texnikasının layihələndirilməsi və konstruksiya edilməsi”

Elmi rəhbər:

T.e.ü.f.d., dos.Elman İmaməliyev Bəhlul oğlu

BAKİ – 2024

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU

MAGİSTRANTIN ANDI

“İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində məlumat təhlükəsizliyi və verilənlərin təhlili” mövzusunda təqdim etdiyimiz (Magistrlik dissertasiyasının mövzusu) magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyim bütün mənbələri ədəbiyyat siyahısında əks etdirməklə yazdığımı and içirik və magistrlik dissertasiyasının AzTU Kitabxana İnformasiya Mərkəzində saxlanılması, həmin mərkəz tərəfindən AzTU Rəqəmsal Repozitoriyasına daxil edilərək repozitoriyanın veb saytında yerləşdirilməsinə icazə veririk.

Ayşən Adımova _____
(Adı, Soyadı) (imza)

Sahilə Zeynalı _____
(Adı, Soyadı) (imza)

Seymur Abdullayev _____
(Adı, Soyadı) (imza)

Zümrüd Cəfərli _____
(Adı, Soyadı) (imza)

Könül Zeynalova _____
(Adı, Soyadı) (imza)

Tarix:

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	5
I FƏSİL. SAĞLAMLIQ MONİTORİNQ SİSTEMİNDƏ İOT TEKNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ (Kөнül Zeynalova və Zümrüd Cəfərli)....	10
1.1. İot texnologiyasının səhiyyə xidmətində tətbiqi və təsiri.....	10
1.2. İot texnologiyasının sağlamlıq monitoring nümunələri.	18
1.3. İot-da sensorlar, sensorların təsnifatı, xüsusiyyətləri.....	24
1.4. Sensorla idarə olunan səhiyyənin gələcəyi	32
II FƏSİL. İOT TEKNOLOGİYALARI İLƏ TƏCHİZ EDİLMİŞ SAĞLAMLIQ MONİTORİNQ SİSTEMLƏRİNDƏ TƏHLÜKƏSİZLİK MƏSƏLƏLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI (Sahilə Zeynallı və Seymur Abdullayev)	41
2.1. Fiziki Təhlükəsizlik.	42
2.2. Məlumat Təhlükəsizliyi.....	44
2.3. İot əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində təhlükələr.	46
2.4. İot əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində təhlükələrə qarşı tədbirlər	54
2.5 İot əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində bulud texnologiyasının rolu.....	58
III FƏSİL. İOT TEKNOLOGİYASI VASİTƏSİLƏ ƏLDƏ EDİLMİŞ TİBBİ MƏLUMATLARIN TƏHLİLİ (Ayşən Adımova).....	60
3.1. İot vasitəsilə əldə edilən tibbi verilənlərin təhlilinin məqsədi.	60
3.2. İot vasitəsilə əldə edilən tibbi verilənlərin təhlilində müasir texnologiya və metodlardan istifadə.	61
3.3. İot vasitəsilə əldə edilmiş tibbi verilənlərin təhlilinin növləri.	68
3.4. Maşın öyrənmə texnologiyasının tətbiqi ilə İot verilənlərinin təhlili.....	70
Nəticə.....	77
İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı	78

İxtisarlaraın sıyahısı

AES- Advanced Encryption Standard

AI-Artificial Intelligence

CNN-Convolutional Neural Networks

DoS- Denial-of-Service

DDoS- Distributed Denial-of-Service

DNS- Domain Name System

ECC- Elliptic Curve Cryptography

EKG- Electrocardiogram

GDPR- General Data Protection Regulation

HIPAA- Health Insurance Portability and Accountability Act

HTTP- Hyper-Text Transfer Protocol

IoMT - Internet of Medicine Things

KOAH – Xroniki Obstruktiv Ağciyər Xəstəliyi

ML- Machine Learning

MRT – Maqnit Rezonans Tomografiya

Rpm – Uzaqdan xəstə monitorinqi

RDMS-Relational Database Management System

SYN- Synchronization

TLS- Transport Layer Security

TCP- Transmission Control Protocol

UDP- User Datagram Protocol

Giriş

Mövzunun aktuallığı: İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində məlumat təhlükəsizliyi və verilənlərin təhlili mövzusunun aktuallığı, həm xəstələrin sağlamlığı, həm də səhiyyə xidmətlərinin keyfiyyəti və effektivliyi üçün vacibdir. Məlumat təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, şəxsi məlumatların qorunması və xəstə etibarının saxlanması üçün zəruridir. Eyni zamanda, verilənlərin təhlili, tibbi xidmətlərin optimallaşdırılması və fərdiləşdirilməsi üçün əsas rol oynayır.

Səhiyyə sənayesi Əşyaların İnterneti (İoT) texnologiyasının qəbulunda artım görməyə başlayır. Hökumət tərəfindən integrasiya olunmuş müxtəlif qurğularla yeni innovativ texnologiyanın sürətli inkişafı bazarın böyüməsinə təkan verir. Yuxarıda müzakirə etdiyimiz kimi, səhiyyə İoT bazarının illik artım tempinin (CAGR 2023-2028) 17,8% göstərəcəyi və 2028-ci ilə qədər bazar həcmiminin 289,2 milyard ABŞ dolları olacağı gözlənilir. Səhiyyədə İoT-nin hazırkı vəziyyəti ilə bağlı bəzi digər əsas statistik göstəricilərə aşağıdakılar daxildir. Xidmətlər segmenti 2022-ci ildə 59% gəlir payına sahib idi. Xəstəxana segmenti 2022-ci ildə 35% gəlir payı topladı. Asiya Sakit Okean regionunun 2023-cü ildən 2032-ci ilə qədər 18,50% CAGR (Compound Annual Growth Rate) səviyyəsində böyüməsi proqnozlaşdırılır.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri : Tibbdə İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində təhlükəsizlik tədbirlərinin və verilənlərin analizinin məqsədi, bu sistemlərdə məlumatların doğru şəkildə ötürülməsini təmin etmək, potensial risklərə qarşı müdafiəni gücləndirmək və verilənlərin dəqiq təhlilini təmin etməkdir. Bu, tibbi məlumatların təhlükəsiz bir şəkildə paylaşılması prosesində müasir standartları əhatə edir və məlumatın ən doğru vəziyyətdə qiymətləndirilməsinə kömək edir. Tədqiqatın yerinə yetirdiyi vəzifələr aşağıdakı kimidir:

- **Gizlilik və məxfiliyin təmin olunması:** Şəxsi sağlamlıq məlumatlarının məxfiliyinin qorunması üçün tədbirlər. Verilənlərin yalnız müvafiq və icazə almış tərəflər tərəfindən əldə olunması.

- **Kiber təhlükəsizlik tədbirləri:** Tibbi İoT cihazları və şəbəkələrində potensial kiber təhdidlərə qarşı müdafiə üsullarının araşdırılması.
- **Təminatlı şəbəkə infrastrukturu:** İoT cihazlarının əlaqələndirilməsi üçün istifadə olunan şəbəkə infrastrukturlarının təhlükəsiz olması, qoşulan bütün cihazların təhlükəsiz əlaqə üzrə işləməsinin təmin edilməsi.
- **Məlumat Analizi:** İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində məlumat analizi, sensorlardan toplanan verilənlərin effektiv şəkildə işlənməsi, təhlil edilməsi və nəticələrin anlaşıla biləcəyi şəkildə təqdim edilməsi.
- **Proaktiv xəbərdarlıq:** Potensial səhv və problem yerlərinin təyin olunaraq proaktiv şəkildə xəbərdarlıq verilməsi və təhlükəsizlik məhdudiyyətlərinin azaldılması.

Tədqiqatın predmeti və obyektı: Predmetin əsasını təşkil edən məsələlər arasında cihazların təhlükəsizliyinin təmin olunması üsulları, məlumat şifrələnməsi və gizliliyin təmin olunması, verilənlərin effektiv toplanılma və saxlanılma üsulları, maşın öyrənmə alqoritmlərinin təhlükəsiz və etibarlı tətbiqi, sensorların və cihazların təhlükəsiz funksionallığı və standartlaşdırılmış kommunikasiya protokollarının tətbiqi kimi sahələr yer alır. Tibbdə İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində məlumat təhlükəsizliyi və verilənlərin təhlili tibbi sahədə inkişaf və təkmilləşmə üçün bir sıra məqsədləri özündə birləşdirir. Aşağıda, bu tədqiqatın potensial obyektləri verilmişdir:

1. Verilənlərin təhlükəsiz toplanması və şifrələnməsi: Cihazlardan əldə edilən sağlamlıq verilənlərinin təhlükəsiz bir şəkildə toplanması və təhlili.
2. Sensor performansı və təhlükəsizlik: İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemində sensorların effektivliyi, onların təhlükəsizlik standartlarına uyğunluğu tədqiq edilir.
3. Real-vaxt monitoring effektivliyi: Real-vaxt monitoring effektivliyi və məlumatların necə effektiv şəkildə toplandığı, ölçüldüyü və ölçülən məlumatların nə dərəcədə real-vaxt monitoring edildiyi tədqiq edilir.

4. Sağlamlıq parametrlərinin proqnozlaşdırılması: İoT texnologiyası ilə əldə edilən məlumatlar əsasında sağlamlıq parameterlərinin proqnozlaşdırılması tədqiq edilir.

Tədqiqat metodları: İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində məlumat təhlükəsizliyi və verilənlərin təhlili tədqiqat işinin ilkin metodologiyası, tibbi sahədə texnologiyalardan daha geniş istifadə edilməsi və fərqli sensorların tətbiqi ilə müasir tibbi tədbirlərin effektivliyini artırmağı məqsədi daşıyır.

Tətbiqi: Tədqiqatın tətbiqi mərhələsində, İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərinin fərqli tibbi tədbirlərdə necə istifadə olunduğu və bu texnologiyaların həkimlər, tibbi personal və xəstələr üçün necə təsir etdiyi təhlil edilir.

Tibbdə istifadə olunan sensorlar: Tədqiqatın bu mərhələsində, müxtəlif sensor növlərinin tibbi sahədə necə tətbiq olunduğu və müalicə proseslərində istifadəsi təhlil edilir.

Məlumat təhlükəsizliyi: Tibbi məlumatların təhlilində və saxlanılmasında təhlükəsizlik məsələləri böyük önəm kəsb edir. Bu mərhələdə, İoT texnologiyasının tətbiqi zamanı əldə edilən məlumatların müstəqil və təhlükəsiz bir şəkildə saxlanılması üçün tədbirlər və standartlar təyin edilir.

Fiziki təhlükəsizlik: Tibbi məlumatların təhlili üçün İoT texnologiyasının tətbiqi zamanı məlumatların fiziki təhlükəsizliyi də nəzərə alınmalıdır. Bu, server otaqlarının, sensorların və digər infrastruktur elementlərinin fiziki olaraq müstəqil və təhlükəsiz şəkildə qorunmasını əhatə edir.

Verilənlərin Təhlili: Verilənlərin təhlili mərhələsində, İoT texnologiyası ilə əldə edilən geniş dataların müxtəlif alqoritmlər və maşın öyrənmə üsulları ilə necə təhlil edildiyi və bu məlumatların klinik tətbiqdə necə istifadə olunduğu tədqiq olunur.

Elmi yeniliyin elementləri : İoT texnologiyasındakı irəliləyişlər də İoMT-nin böyüməsinə təkan verəcək, çünki provayderlər təkmilləşdirmələri İoMT şəbəkələrinə və cihazlarına inteqrasiya edəcəklər. Sensor texnologiyası son illərdə sürətlə inkişaf edir. Geyinilə bilən cihazların yayılması- həm səhiyyə sahəsində həm də istehlakçı sahələrində geyilə bilən sağlamlıq monitoring sensorlarının daha geniş sağlamlıq ölçülərini izləyə

bilir. Bu sensorlar istifadəçilərə real vaxt rejimində hərtərəfli sağlamlıq məlumatları təqdim edərək, onlara sağlamlıqlarını idarə etmək üçün qabaqlayıcı tədbirlər görür.

Teletibb və Uzaqdan Monitorinqin genişləndirilməsi- Sensorla idarə olunan səhiyyə teletibb və uzaqdan xəstə monitorinqinin genişləndirilməsini daha da gücləndirir.

Məlumat Təhlükəsizliyi, Fiziki Təhlükəsizlik və Məxfilik- Sensorların istifadəsi daha çox yayıldıqca, məlumatların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və pasiyentlərin məxfiliyinin qorunması əsas məsələ olacaqdır. Səhiyyə şirkətləri xəstə məlumatlarını qorumaq və səhiyyə istehlakçılarının etimadını qorumaq üçün güclü təhlükəsizlik tədbirlərinin və uyğunluq çərçivələrinin inkişafına üstünlük verməlidirlər.

Maşın Öyrənmə Modelləri: Sağlamlıq məlumatlarının analizi üçün inkişaf etmiş maşın öyrənmə modellərinin tətbiqi, xəstəliklərin daha dəqiq proqnozlaşdırılması və diaqnozu üçün yeni imkanlar yaradır.

Anomaliyaları Aşkar Etmə Alqoritmləri: Xəstəliklərin erkən mərhələdə aşkar edilməsi üçün anomaliya aşkarlama alqoritmlərinin təkmilləşdirilməsi.

Praktiki həll: İoT əlaqəli sağlamlıq monitorinq sistemlərində bir sıra təhlükələr vardır ki, bu təhlükələrdən biridə fişinq üsuludu. Fişinq hücumları ən çox istifadə edilən təhlükələrdən biridir. Bununla bağlı etdiyimiz praktiki işin məqsədi ondan ibarətdir ki, pis niyyətli şəxsin bizə hansı yolla hücum edəcəyini təyin edərək, həmin hücumların qarşısını almağa çalışırıq. Bu kimi saxta domenlərə aldanmaq məlumatlarımızın oğurlanması ilə nəticələnə bilər.

Digər bir praktiki işimizdə monitorinqdir. İstifadə etdiyimiz hər hansı bir saytın məsələn: medicine.com saytını, monitorinq edərək qarşı tərəfin, hücum edən şəxsin saytımızda olan boşluqlar vasitəsilə hücumunun qarşısını almaqdır. Biz daimi monitorinq edərək açıq portlarımızın vəziyyətini öyrənmək, filtr olunmuş portlarımızın hal-hazırda aktiv olub-olmamasını yoxlamaq və bir sıra təhlükəsizlik məsələlərini monitorinq edərək boşluqlarımızın qarşısını alaraq təhlükəsizlik sistemimizi dahada gücləndirə bilərik.

Verilənlərin təhlilində kənar hesablamalardan istifadənin müsbət təsiri göstərilmiş və ML alqoritmləri vasitəsilə İoT tibbi verilənlərinin təhlilinin aparılmasına nümunə üçün python-da kod icra edilmiş və nəticəsi göstərilmişdir.

Müdafiə üçün təqdim edilən nəticələr (vəzifələr): Bu mövzunun gözlənilən əhəmiyyətli nəticələri aşağıdakılardır:

Gizlilik və təhlükəsizlik standartların qorunması: Məlumat təhlükəsizliyi sağlamlıq sektorunda fərdi gizliliyin və etik standartların qorunmasında kritik bir rol oynayır. Sağlamlıq monitorinq sistemləri vasitəsilə əldə edilən tibbi məlumatların gizliliyi və müstəqil tibbi etik normativlərinə uyğunluq, istifadəçilərin və tibbi personalın etimadını qazanmağa kömək edir.

Əməliyyatların təhlükəsizliyi: Sağlamlıq monitorinq sistemlərində təhlükəsiz məlumat paylaşımı, sistemlərin effektiv işləməsini və daimi stabil olmasını təmin edir. Təhlükəsizlik tədbirləri, potensial təhlükəsizlik problemləri və sistemin dayanıqlılığı üçün əlavə tədbirlərin qəbul edilməsinə kömək edir.

Tez və dəqiq diaqnoz və müalicə: Verilənlərin təhlili, maşın öyrənmə alqoritmləri və analitika vasitəsilə daha tez və dəqiq diaqnozlara imkan verir. Bu, tibbi proseslərin sürətli və effektiv həyata keçirilməsinə və müalicə planlarının daha yaxşı təyin edilməsinə nail olmağa kömək edir.

Tibbi tədqiqata imkan verən informasiya zənginliyi: Verilənlərin təhlili, tibbi tədqiqata imkan verən geniş informasiya zənginliyini yaradır. Bu, tibbi tədqiqatçıların yeni tibbi məlumatlar və statistikalar əldə etməsinə kömək edir.

Nəşrlər: 1-2 may 2024-cü il tarixlərdə Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Qabaqcıl texnologiyalar və innovasiyalar” mövzusunda Tələbə və Gənc Tədqiqatçıların IX Respublika Elmi-Texniki Konfransı keçirilmişdir. Həmin konfransda “İoT texnologiyası ilə təchiz edilmiş monitorinq sistemində məlumat təhlükəsizliyi və məlumatların təhlili” mövzusunda elmi məqalə təqdim edilmişdir. Məqaləmiz təşkilat komitəsi tərəfindən dinlənilmiş və təsdiq edilərək nəşrə buraxılmışdır.

I FƏSİL. SAĞLAMLIQ MONİTORİNG SİSTEMİNDƏ İOT TEKNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ.

1.1. İoT texnologiyasının səhiyyə xidmətində tətbiqi və təsiri.

Müasir dövrdə internet gündəlik həyatın hər bir sahəsində qaçılmaz hal almışdır. İnternetdən doğru və düzgün istifadə etdiyimiz halda həyatımız asanlaşır. İnternetin çox istifadə olunduğu önəmli texnologiyalardan biri “Əşyaların İnterneti” (İoT) texnologiyasıdır. İoT fiziki obyektlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqə qurduğu bir şəbəkədir. Və bu obyektlərin daxili texnologiyalarının inteqrasiya olmasını ehtiva edir və fiziki dünya ilə əlaqə qurmasını təmin edir. İoT texnologiyası insan müdaxiləsi olmadan simsiz şəbəkə vasitəsilə verilənləri toplamaq, ötürmək, saxlamaq xüsusiyyətlərini özündə birləşdirir (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)). Əşyaların interneti konsepsiyası ilk dəfə Kevin Ashton tərəfindən 1999-cu ildə istifadə etdiyi bir təqdimatda ortaya çıxmışdır. İoT son vaxtlar səhiyyə sistemində əsas inkişaf sahəsinə çevrilmiş və bu sahədə ən son imkanları yaratmışdır. İoT texnologiyasının səhiyyədə istifadə olunması cəmiyyətə mühüm dərəcədə xeyir verə biləcək tendensiyalardan biridir. İstifadə olunan texnologiyalar bir sıra məsələlərin həllində geniş şəkildə tətbiq olunur. İoT sağlamlıq monitorinq sistemi insanları izləmək, və yaranan məlumatları təhlil etmək üçün müxtəlif tətbiqlər, çoxlu xidmətlər sferası təklif edir. Əlavə olaraq da, bu informasiyalar istənilən an, istənilən yerdən rahatlıqla əldə oluna bilər (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

Yaranan bir çox sağlamlıq problemləri və İoT texnologiyasının inkişafı səbəbindən, bu texnologiyaya əsaslanan bir çox tibbi tətbiqlər yaranmışdır. Xəstələrin uzaqdan monitorinq edilməsi, yaşlı şəxslərə qulluq edilməsi, xroniki xəstəliklərin aşkarlanması sahəsində müxtəlif tətbiqetmə sahələri var. İoT tibb sahəsi ilə əlaqəli məhsulları istehlakçıya uyğunlaşdırma, informasiyanın avtomatlaşdırılması vasitəsilə həmin məhsulları dəyişdirə bilər. Həmçinin müxtəlif qurğuların bir-biri ilə əlaqə qura bilməsi üçün uğurlu həll yoludur. Bu texnologiya hər bir mərhələdə ən yaxşı nəticəni, baxım xərclərini azaltmağı hədəfləyir (S.B. Baker. (2017)).

İoT texnologiyasının tibb sektoruna tətbiqi görülən işin effektivliyini artırmağa, xəstənin vəziyyətinə nəzarət etməyə, xəstənin müalicəsi ilə bağlı məlumat almağa, həkimlərdən məsləhətlər almağa, yeni xidmətlər tətbiq etməyə, imkan verir. Sağlamlığın uzaqdan monitorinqi ümumiyyətlə sağlamlıq sistemlərinin uzaqdan idarə edilməsini, xəstənin istənilən yerdən izlənməsini, çəkilən xərclərin azaldılmasını, səhiyyə işçilərinin məhsuldarlığını optimallaşdırmağı hədəfləyir (S.B. Baker. (2017)).

İoT-nin səhiyyədə əsas rolu pasiyentin tibbi vəziyyətini monitorinq edib, onun həyatını müxtəlif yollarla asanlaşdırmaqdır. Bu texnologiyaların səhiyyə sistemində tətbiq olunması xüsusilə faydalıdır, çünki təhlükəsiz və real vaxt rejimində uzaq məsafədən xəstə monitorinqinə imkan verir (G.Marques. (2019)).

Ağır xəstəlikləri olan və ya uzaq məsafədən olan pasiyentlər xəstəxanaya gəlməkdə çətinlik çəkə bilirlər. Bu istiqamətdə İoT-nin faydaları daha da təkmilləşdiriləcək. Bu texnologiya pasiyentləri uzaqdan monitorinq edib, həkimlərə daha səmərəli planlaşdırma aparmağa imkan verir. Bu da bizə ev şəraitində xəstəxana proseslərini asanlaşdıran, səhiyyə sistemində çıxış etmək imkanı yaradır. Və bunun nəticəsində də xəstələrin nəticələri yaxşılaşdırılacaq, səhiyyə sistemində çəkilən xərclərə qənaət ediləcək. Bu sayədə verilən xidmətin keyfiyyəti də yaxşılaşacaq (S.B. Baker. (2017)).

Səhiyyənin hansı istiqamətində İoT tətbiq oluna bilər ?

Səhiyyə sahəsində İoT xəstələrə, tibb işçilərinə fərqi tərəflərdə üstünlüklər təqdim edir. Bu üstünlüklər xəstələrə qayğı göstərmək, edilən müalicənin effektivliyini artırmaq, nəticələri yaxşılaşdırmaq və s. aiddir.

Xəstələr üçün İoT - İoT xəstələrin sağlamlıq vəziyyətlərini izləməyə imkan verib, nəzarətdə saxlamaqla insanların həyatını dəyişmişdir. Bu tək yaşayan insanlara və ailələrinə də böyük təsir edir. Monitorinq hər otaqda quraşdırılan, daşınan və digər İoT cihazları vasitəsilə həyata keçirilə bilər. Qan təzyiqi və ürək təzyiqinin monitorinq edilməsi üçün simsiz qoşulan cihazlar xəstələrə fərdi diqqət etməyə və kalori hesablamalarını, tibbi göstəriciləri tənzimləməyə imkan verir. Xəstənin səhhətində hər hansı bir problem yaranarsa xəbərdarlıq sistemi vasitəsilə ailə üzvlərinə və ya tibb

işçilərinə xəbərdarlıq göndərilir. Bu davamlı monitorinq tələb edən xroniki xəstəlikləri olan xəstələr üçün də faydalıdır (KOSTA.M. (2024)).

Həkimlər üçün İoT - Əşyaların İnterneti texnologiyası ilə təchiz olunmuş geyilə bilən cihazlar və digər monitorinq avadanlıqlarından istifadə etməklə, həkimlər pasiyentlərin səhhətini daha effektiv şəkildə izləyə bilirlər. Onlar xəstələrin müalicəyə necə riayət etdiyini və təcili tibbi yardıma ehtiyacı hallarını izləyə bilirlər. Bu texnologiya tibb işçilərinə xəstələrlə proaktiv əlaqə saxlamağa imkan verir. İoT cihazlarından toplanan məlumatlar həkimlərə xəstələr üçün ən uyğun müalicə prosesini təyin etməyə və təxmin edilən nəticələrə nail olmağa kömək edir (KOSTA.M. (2024)).

Xəstəxanalar üçün İoT - Xəstəxanalar üçün İoT texnologiyası xəstələrin təhlükəsizliyini artırır. Cihazlardan xəstəxana şəraiti üçün istifadə edilə bilər, əlavə proqramların inkişaf etdirilməsi ilə pasiyentlərə qulluq edilməsi və səmərəliliyi artırıla bilər. İoT cihazlarından, məsələn, xəstələrin çarpayılarına onların yıxılma riski olub-olmadığını aşkar etmək üçün sensorlar yerləşdirilə bilər. Beləliklə, xəbərdarlıqlar tibb bacısına və ya həkimə göndərilir. Bu cür cihazlar təşkilati işlər üçün istifadə oluna bilər, məsələn, xəstəxanaya daxil olan insanların qeydiyyatı, işçilərin iş saatlarının izlənməsi kimi işləri həll edir. Digər tərəfdən, gigiyena nəzarəti və monitorinq istifadəsi üçün cihazlar var ki, infeksiya yayılması hallarında və ya bakteriya problemi olarsa, İoT cihazları bunu təyin edib, tibb işçilərinə xəbər verir (KOSTA.M. (2024)). Oksigen cihazları da mövcuddur ki, xəstə oksigenin tükəndiyini hiss etsə, xəbərdarlıqları işə sala bilər (S.B. Baker. (2017)).

Xəstələrin sağlamlığının monitorinqi ilə yanaşı, İoT cihazlarının xəstəxanalarda faydalı olduğu bir çox başqa sahələr var. Sensorlarla təchiz edilmiş İoT cihazları əlil arabaları, defibrilatorlar, nebulizerlər, oksigen nasosları və digər avadanlıqların yerini izləmək üçün istifadə edilir.

Xəstəxanalarda infeksiyaların yayılması xəstələr üçün narahatlıq yaradır. İoT-ni dəstəkləyən gigiyena monitorinq cihazları xəstələrin yoluxmasının qarşısını almaqda

kömək edir. Ətraf-mühitin idarə edilməsində, rütubət və temperaturun tənzimlənməsində də istifadə olunur. Tibb işçilərinin yerləşdirilməsi də təyin edilir (G.Marques (2019)).

Səhiyyə sistemində İoT hansı prosesləri izləyir:

1.Məlumatların toplanması

Əşyaların İnterneti səhiyyədə məlumat toplamaqla başlayır. Bu məlumatlar xəstənin daim taxdığı müxtəlif sensorlar və cihazlar vasitəsilə toplanır. Toplanmış məlumatlara xəstənin ürək dərəcəsi, qan təzyiqi və tənəffüs sistemi kimi həyati tibbi göstəriciləri daxil ola bilər. Bura xəstənin müxtəlif fəaliyyət sahələri, yuxu rejimi haqqında məlumatlar da daxil ola bilər. Düzgün məlumat toplanma prosesi yaxşı elektron prototipləmə xidmətindən asılıdır. İoT tibbi cihazının müxtəlif komponentləri yaxşı konfigurasiya edilməzsə və ya yaxşı performansla malik deyilsə, məlumatların toplanması etibarlı olmaya bilər.

2.Məlumatların təhlili

Məlumatlar toplandıqdan sonra müxtəlif alqoritmlər və maşın öyrənmə üsullarından istifadə etməklə təhlil edilir. Bu İoT tibbi cihazına qoşulmuş müxtəlif bulud hesablama platformaları, proqram təminatı sayəsində mümkündür. Xəstəxanalar üçün İoT etibarlı olmalıdır, bütün məlumatları emal etmək və səhiyyə işçilərinə ən yaxşı məlumatları təqdim etmək qabiliyyətinə malik bir platforma olmalıdır.

3.Məlumatların ötürülməsi

Toplanmış və təhlil edilən məlumatlar real vaxt rejimində tibb işçilərinə ötürülür, onlar bu cür məlumatları smartfonlarda, planşetlərdə və ya fərdi kompüterlərdə vizuallaşdırıla bilərlər. Multiplatform səhiyyə sənayesində tibb işçilərinə istənilən vaxt, istənilən yerdə xəstənin məlumatlarına daxil olmağa imkan yaradır, sağlamlıq vəziyyəti haqqında aydın məlumat almağa şərait yaradır və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməyə imkan verir. Bu sistem xəstə baxımını yaxşılaşdırmaq üçün faydalıdır.

Məsələn, bir İoT tibbi cihazı xəstənin ürək döyüntüsünü davamlı olaraq yüksək göstərsə, tibb işçiləri problem barədə xəbərdar ola bilər və daha təhlükəli problem yaranmasının qarşısını ala bilər.

İoT səhiyyə üçün niyə vacibdir?

Səhiyyə sistemində İoT xəstələrin müxtəlif məlumatlarını toplayıb, tibb işçilərindən də məlumat alır. Və bu cihazlar bir–birilə əlaqə qurub hansısa xəstənin həyati təhlükəsi varsa ona vaxtında yardım edəcək tədbirlər həyata keçirə bilər. İoT cihazları topladıqları məlumatları buluda göndərəcək ki, həkimlər bu məlumatlar əsasında qərar verə bilsinlər. Və bununla da biz İoT texnologiyasının səhiyyədə tətbiqinin xəstələrin sağlamlığına necə köməklik göstərdiyini, səhiyyə sistemində işçilərin məhsuldarlığını yüksəltdiyini görə bilərik (Rejeb.A. (2024)).

İoMT nədir?

Tibbi əşyaların interneti (İoMT - İnternet of Medicine hings) səhiyyə sistemində istifadə edilən, internətə qoşulmuş tibbi cihazlara, tətbiqlərə, aparat proqram təminatına deyilir. Səhiyyədə İoT adlandırılan İoMT məlumatların təhlil edilməsinə, uzaqdan qurğularla internet vasitəsilə əlaqə qurmağa imkan verən texnologiyadır. Sağlamlıq məlumatlarının toplanması, ötürülməsi, təhlil edilməsi sürətini artırır. İoMT teletibb və uzaqdan monitorinqə imkan verən tətbiqləri təmin edir (KOSTA.M. (2024)).

İoMT cihazları:

1. Ağıllı həbblər və kameralar
2. Ürək dərəcəsinin, qlükoza səviyyəsinin monitorinqi
3. Uzaqdan xəstə monitorinqi
4. Ağıllı termometrlər
5. MRT aparatları

İoT-dən istifadənin səhiyyəyə təsiri:

İoT-nin təsiri səhiyyə sistemini yenidən formalaşdıracaq. İoT tibb işçiləri üçün məlumatların toplanması, təhlili və ötürülməsini sürətləndirib, daha tez qərar qəbul etmələrinə imkan verir. Məsələn, geyilə bilən cihazlar xəstələrin gündəlik, fəaliyyətini, yuxu rejimini, ürək döyüntüsü haqqında məlumatları toplayıb, yarana biləcək xəstəliyin erkən əlamətlərini aşkar edə (KOSTA.M. (2024)).

Səhiyyədə İoT teletibb üçün lazım olan cihazların istifadəsinə imkan verir. Teletibb indi xəstələrin olduqları yerdən asılı olmayaraq tibb xidmətindən sadə şəkildə istifadə etməsinə imkan verir. Kənd yerlərində yaşayan və ya evdən çıxmaqda çətinlik çəkən insanlara kömək edə bilər.

İoT bizə səhiyyə sisteminin keyfiyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artıran, inteqrasiya edilmiş şəbəkə üçün yeni fikirlər və perspektivlər təklif edir. İoT xeyli vaxt tələb edən, insanların iştirakı ilə səhiyyədə səhvlərə yol verən prosedurları avtomatlaşdırmağa imkan verir. Məs, əməliyyat otaqlarında hava və temperaturu idarə etmək, nəzarətdə saxlamaq üçün xəstəxanalar şəbəkəyə qoşulan cihazlardan istifadə edir (KOSTA.M. (2024)).

Səhiyyədə İoT texnologiyasının çətinlikləri:

Həkimlərin bu texnologiyaları başa düşməsi və bu texnologiya və cihazlardan istifadə etməsində çətinlik yarana bilər. Bunun aradan qalxması müəyyən bir vaxt tələb edir (KOSTA.M. (2024)).

Bu cihazlar bir çox məlumat toplayır. Bu məlumatlar kiber hücumlara, fırıldaqçılara məruz qala bilər. Onları qorumaq üçün şifrələmə və təhlükəsizlik protokolları tətbiq edilir (G.Marques. (2019)).

Səhiyyədə İoT-dən istifadənin üstünlükləri:

İoT-nin səhiyyədə istifadəsinin bir çox üstünlüyü var. Onun bəzi üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Tibbi xidmətin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması
2. Çəkilən xərclərinin azaldılması - İoT texnologiyalarının tətbiqi vasitəsilə xəstənin sağlamlıq vəziyyətinə xəstəxanadan kənardada nəzarət edilir. Ümumiyyətlə bu həkimə müraicətlərin, xəstəxanada qalmağın və təkrar qəbulların sayını azaldır
3. Məsafə məhdudiyyətinin aradan qaldırılması
4. Dərman preparatlarının idarə edilməsi
5. Sənəd və qeydlərin aparılmasında azalma
6. Daha dəqiq müalicə nəticələri - Müasir texnologiyaların istifadəsinin əsas üstünlüklərindən biri də yorğunluq, nəzarət və ya yanlış nəticələrə görə insan

səhvlərinin azaldılmasıdır. İnsanlar mükəmməl deyillər, təbiki də səhvlər olur. Amma tibb sahəsindəki səhvlər ağırlı nəticələrə səbəb ola bilər. Tibb-də İOT bu cür səhvləri azalda bilər

7. Real vaxt rejimində daha dəqiq qərar qəbul edilməsi

8. Verilənlərin toplanması, analiz edilməsi, şəbəkə üzərində ötürülməsi

Səhiyyə sistemlərində İOT müxtəlif səviyyədə bir çox problemi həll edir:

1.Xəstəxanalar: müəssisələrinin idarə edilməsi

- ◆ Avadanlığın monitorinqi və nasazlıq barədə xəbərdarlıq
- ◆ Otağa nəzarət (otaqlarda, laboratoriyalarda və dondurucularda temperatur)
- ◆ Göndərmə konteynerlərində müvafiq temperatur və təzyiqin saxlanması
- ◆ Avadanlıqların, dərmanların və istehlak materiallarının uçotu
- ◆ Avadanlıqların yerinin müəyyən edilməsi (əlil arabaları, defibrilatorlar, nebulizatorlar və s.)
- ◆ Personalın fəaliyyətinin təhlili
- ◆ Xəstə axınının tənzimlənməsi

2.Həkimlər: Tibbi yardımın səmərəliliyinin artırılması

- ◆ Əməliyyat və əməliyyatdan sonrakı palatalarda xəstələrin sağlamlığının həyati əlamətlərinin monitorinqi
- ◆ Renamasiya şöbələrində, kardiologiyada ağır xəstələrin gecə-gündüz monitorinqi
- ◆ Evdə müalicə və reabilitasiya zamanı teletibb həlləri vasitəsilə onlayn diaqnostika
- ◆ Toplanmış məlumatlar əsasında xəstələrin statistikasının və onların tibbi qeydlərinin formalaşdırılması

3.Xəstələr: geyilə bilən cihazlardan istifadə edərək öz-özünə diaqnoz qoymaq, həkimlərlə əlaqə saxlamaq

- ◆ Nəbz ölçmək üçün fitnes qolbaqları, qlükometrlər və gün ərzində sağlamlıq göstəricilərinin yoxlanılması
- ◆ Dərmanlar, həkim yoxlanışı üçün avtomatik xatırlatmalar
- ◆ Ailə üzvlərinə, həkimlərə həyati əlamətlərdəki dəyişikliklər barədə bildiriş

Təkmilləşdirilmiş inventar idarəetməsi. İoT sayəsində xəstəxanalar dərmanlar, inventar, aparat və s. izləyə bilirlər. Bu yolla xəstəxana əməliyyatlarını idarə etmək, düzgün resursları ayırmaq və lazım olduqda avadanlıqların mövcud olmasını təmin etmək daha asandır (KOSTA.M. (2024)).

İoT həmçinin evdə xəstələrə qayğı göstərə bilər. Bu qayğı xəstə ev şəraitində olarkən cihazların istifadə olunması və yaxud onun yanındakı bir yerə yerləşdirilməsi zamanı mümkündür. Fövqəladə reaksiya sistemi var ki, xəstələrin evdə olduğu vaxtda, hər hansı fəvqəladə halla üzləşdiyi an xəstəxanayı xəbərdar edən cihazlar istifadə edilir. RPM cihazları xroniki xəstəlikləri olan xəstələri izləmək üçün istifadə olunur (G.Marques. (2019)).

Təəssüf ki, bəzi xəstələr dərmanlarını lazımi dozada və vaxtında qəbul etmirlər. Dərman monitorinqinin effektivliyini təmin etmək üçün həblərə qoşulmuş ötürücülər vasitəsilə dərmanların təyin olunmuş vaxtda qəbulunu izləmək mümkündür. Bu proqramlar həm pasiyentin həm də həkimin telefonuna qoşula bilər. Daha geniş mənada bu tip texnologiya həkimlərə potensial təhlükəli xəstə davranışı barədə məlumat verə bilər. Bu proqramlar geniş şəkildə istifadə olunur (G.Marques. (2019)).

İoT-nin faydaları:

Uzaqdan səhiyyə sistemi: Səhiyyə sistemində İoT-nin ən yaxşı üstünlüklərindən biri pasiyentlərin sağlamlıq vəziyyətini uzaqdan monitorinq etməkdir. Bu üstünlük istənilən zaman, istənilən məkanda və şəraitdə xəstələrə kömək etməyə və onlara da kömək istəməyə imkan verir. Bu sadəcə rahatlığı artırmır, həm də tibbi yardıma əlçatanlığı da artırır (XTATIC HEALTH. (2024)).

Xəstəliyin qarşısının alınması: İoT-nin səhiyyədə tətbiqi xəstələrə sağlamlıq vəziyyətlərini idarə etmək, vərdişləri dəyişdirmək, həyat tərzini yaxşılaşdırmaq, potensial sağlamlıq problemlərinin erkən əlamətlərini monitorinq etmək və izləmək imkanı verir (KOSTA.M. (2024)).

Azaldılmış xərclər: səhiyyədə istifadə olunan İoT cihazları və sensorları pasiyentlərə öz sağlamlıq vəziyyətlərini sərbəst izləməyə imkan verir və tez-tez

məsləhətləşmələri azaldır. Səhiyyədə İoT texnologiyalarının tətbiqi nəticəsində toplanmış məlumatlar həkim və xəstə görüşünü daha effektiv edir, çünki həkimlər ətraflı məlumata sahib olurlar (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

Əlçatan tibbi məlumat: əvvəl xəstələr laboratoriyaya getməli, həkimlərə müraciət etməli, qan təzyiqi, oksigen və qlükoza səviyyəsi kimi göstəriciləri bilmək üçün cihazlara sahib olmalı idilər. İndi kiçik və yığcam cihazlar var ki, xəstələrə müntəzəm olaraq izləmə və fərdi sağlamlıq statistikasını təmin edir (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

Dəqiq diaqnoz: İoT cihazlarının tətbiq edilməsi səhiyyə sistemində simptomların, göstəricilərin aşkarlanmasını daha da sadələşdirir, tibb işçilərinə pasiyentin vəziyyəti haqqında informasiya verir və dəqiq diaqnoz qoymağı sürətləndirir (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

Effektiv dərman müalicəsi: Xəstə müalicəni evdə alırsa həkim dərmana nəzarət edə bilmir. İoT texnologiyası vasitəsilə xəstə ev şəraitində olarkən o dərmanların qəbulunu uzaqdan izləyə bilər.

Dərmanlara nəzarət etməyin başqa yolu da Ağıllı həb qutusu-dur. AdhereTech texnologiyası dərmanların vaxtı haqqında xəstələrə informasiya göndərir. Xəstə bunu unudursa, avtomatik zəng və ya mesaj bildirişi alır (KOSTA.M. (2024)).

Xroniki xəstəliklərin erkən aşkarlanması: Xroniki xəstəliyi olan insanlara dərhal müdaxilə edilməsi mümkündür. İoT tibbi cihazları kritik vəziyyətləri aşkar edə və fəvqəladə hallarda tibbi yardım üçün xəbərdarlıqlar təyin edə bilər (S.B. Baker. (2017)).

Tədqiqatın sadələşdirilməsi: İoT sistemləri tibbi məlumatları dəqiq olaraq toplayan bir vasitədir. Bu insanların məlumatları əl ilə toplamasına, təhlil və analiz edilməsinə, bir sıra mürəkkəb tapşırıqların yerinə yetirilməsinə imkan verir (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

1.2. İoT texnologiyasının sağlamlıq monitorinq nümunələri.

Səhiyyə sistemində İoT-nin ən məşhur növü xəstənin uzaqdan monitorinqi, ürək dərəcəsi, qlükoza monitorinqi və s. nümunələridir. Əşyaların İnterneti texnologiyasının səhiyyədəki nümunələri bunlardır:

1.Uzaqdan xəstə monitorinqi

RPM - (uzaqdan fizioloji monitorinq) xəstə evdə olarkən onların həyati əlamətlərini izləmək və lazım gəldikdə müdaxilə etmək üçün istifadə olunan texnologiyadır. Bu yaşlı insanlar üçün böyük bir üstünlükdür, çünki onların xəstəxanaya getməli olduqları vaxtı azaldır. Çəki, qan təzyiqi, qlükoza səviyyəsi və digər həyati fizioloji xüsusiyyətlər uzaqdan izləyə bilər və lazımi tibbi məsləhətlər verilə bilər. Xəstənin davamlı olaraq monitorinq edilməsi olabıləcək sağlamlıq problemlərinin erkən diaqnozunu hədəfləyir. Fərdiləşdirilmiş müalicə üsullarını tətbiq etməyə kömək edir. O səhiyyə xərclərini azaltmaq, tibb müəssisələrinin yükünü azaltmaq, vaxtında və dəqiq diaqnozu təmin etməklə xəstənin vəziyyətini yaxşılaşdırmaq xüsusiyyətinə malikdir. Sensorların inkişafı, mobil texnologiyaların geniş yayılması yeni RPM imkanlarına yol açır. Ağıllı saatlar, telefonlar və ya geyilə bilən sensorlar - sağlamlıq monitorinq alətləri avtomatik olaraq sağlamlıq məlumatlarını izləyir, məlumatlarını toplayır və xəstənin məlumatlarını tibb işçisinə göndərir (S.B. Baker. (2017)).

Artıq tibb müəssisəsinə baş çəkmək hər zaman mümkün olmaya bilər. Ancaq bu mümkün olsa belə, tibb işçiləri xəstəxanada olduqdan sonra onun sağlamlıq biometrik məlumatlarını ala bilərlər. Bununla belə, bir çox şərtlər xəstənin davamlı monitorinqini tələb edir və məlumatların toplanması, tibb müəssisəsində qalması tələb edir. Uzaqdan xəstə monitorinqi, cihazları məlumat axını ilə təmin etməklə bu ehtiyacı aradan qaldırır. Bu İoT cihazları hətta müalicə tövsiyə edə və ya toplanmış məlumatlar əsasında xəbərdarlıqlar yarada bilər. Məsələn, xəstənin qan təzyiqinin qəfil yüksəlməsi və ya düşməsi tibb işçilərinə müdaxilə etmək üçün potensial xəbərdarlıq edə bilər (S.B. Baker. (2017)).

RPM və xəstə monitorinqi arasındakı fərq?

Uzaqdan xəstə monitorinqi və xəstə monitorinqi anlayışları qarışdırılır. Xəstə monitorinqi xəstəxana otağında olan xəstələrə aiddir. Xəstə monitorinqi xəstəxana şəraitində pasiyentin sağlamlıq vəziyyətinin müxtəlif avadanlıq və texnologiyalardan istifadə edərək nəzarətidir (Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H. (2024)).

Xəstənin uzaqdan monitorinqi isə xəstənin sağlamlıq vəziyyətinin həkim tərəfindən müşahidə edildiyi, müalicəni davam etdirmək üçün cihazlar, texnologiyalar və üçüncü tərəf istifadə etməklə tətbiq edilir. Bu üçüncü tərəf isə internet, videokonfranslar, bulud texnologiyalarından istifadə edir və cərrahi əməliyyat olunmuş, psixi olaraq sağlamlıq vəziyyəti olan xəstələri izləmək mümkündür (S.B. Baker. (2017)).

Xəstənin uzaqdan monitorinq prosesi necə baş tutur?

- ✓ Tibb işçisi əvvəlcə uzaqdan izlənmək üçün lazım olan şərtləri təyin edir və xüsusi bir proqram yaradır. Bu hissədə uzaqdan monitorinqi təmin etmək üçün hansı cihazın tətbiq olunacağı dəqiqləşdirilir.
- ✓ Plan hazır olanda, xəstənin razılığını almaq üçün onunla müzakirələr aparılır.
- ✓ Həmin xəstələr bu cihazlarla təmin olurlar. Məsələn, qan təzyiqi monitorinqi, qlükoza monitorinqi, oksigen səviyyəsini ölçən cihazlar, qanın oksigenlə doymasını ölçən cihazlar var. Bu cihazlar Bluetooth vasitəsilə qoşulur.
- ✓ Bu cihazlar topladıqları tibbi informasiyaları internet vasitəsilə tibb işçilərinə ötürür.
- ✓ Tibb işçiləri aldıqları məlumatları təhlil edir və nəticələrə uyğun olaraq fərdi yardım və məsləhətlər verirlər.

2. Qlükoza monitorinqi

Diabet bütün dünyada yayılmış xəstəlikdir. Təkcə ABŞ-da əhalinin 11%-dən çoxunda bu xəstəlik var və böyüklərin təxmini 40%-də prediabet var. Bu nəticələr qlükoza monitorinqini aktual edir. Qlükoza monitorinqini edib, səviyyəni yoxlamaq və alınan nəticələri əl ilə qeyd etmək səmərəsiz, və əlverişsizdir. Həm də testlə sadəcə onun verildiyi tarixdə dəqiq nəticəni bilmək mümkündür. Qlükoza səviyyəsi davamlı dəyişərsə onu bu cür monitorinq etmək kifayət etməyəcək (XTATIC HEALTH. (2024)).

İoT cihazları xəstələrdə qlükoza səviyyələrini avtomatik və davamlı olaraq monitorinq edib, məlumatları saxlamaqla bu problemi həll edə bilər. Qlükoza monitorinqi cihazlarına pasiyentin qlükoza səviyyəsini avtomatik olaraq izləyən, tibb işçilərini xəbərdar edən, geyilə bilən sensorlar aiddir. Bu cihazlar məlumatların əl ilə qeyd

olunmasını aradan qaldırır, sənədləşmə prosesinə aparılan vaxtın azaldılmasına imkan verir. Üstəlik, bu prosesdə edilən insan səhvlərini də azaldılmasına kömək edir. Və bu cihazlar qlükoza səviyyəsində bir problem olarsa xəstələrə xəbərdarlıq göndərə, lazım olarsa avtomatik olaraq insulin ilə təmin edə bilər (XTATIC HEALTH. (2024)).

3. Ürək dərəcəsinin monitorinqi

Ürək dərəcəsinin monitorinqi qlükoza monitorinqi ilə müqayisədə bir qədər mürəkkəbdir. Çünki ürək döyüntüsünün dəyişikliyi səbəbilə həmişə xəstənin cihaza qoşulmasını tələb edir, bu da onların gündəlik hərəkətliliyinə təsir göstərir. Ürək döyüntüsünü monitorinq etmək üçün fərqli kiçik cihazlar var ki, xəstələrin davamlı monitorinq edilməsini təmin edir və onların istədikləri kimi hərəkətinə də imkan verir. Ağıllı saatlar və ya başqa sensorlar insanın ürək döyüntüsünün davamlı monitorinqini təmin edir. Bu cihazlar sayəsində pasiyent yatarkən belə onun məlumatları toplanır (XTATIC HEALTH. (2024)).

Ürək döyüntüsünün monitorinqi müalicə zamanı, əməliyyat və sağalma prosesində pasiyent baxımının vacib hissəsini təşkil edir. İoT cihazları xəstələrin tibb müəssisəsində qalmadan daha ucuz alternatividir. Müasir dövrdə istifadə olunan cihazlar təxminən 90% və ya daha çox dəqiqlik təmin edir (XTATIC HEALTH. (2024)).

4. Əl gigiyenasına nəzarət

Tibb müəssisələrində yoluxmanın qarşısını almaq üçün xəstələrin əllərini düzgün şəkildə dezinfeksiya etməsi üçün yaxşı bir yol olmamışdır. Son vaxtlar bir çox xəstəxanalar və digər tibb müəssisələri təmizliyi təmin etmək üçün gigiyena monitorinqi cihazlarından istifadə edirlər. Xəstəxanalar bu cihazları müəyyən bir otağa daxil olduqda əllərini dezinfeksiya etməsini xatırlatmaq üçün istifadə edir (KOSTA.M. (2024)). Bu cihazlar insanlara əllərini yumağı xatırlada bilər, həmçinin necə dezinfeksiya etmək barədə göstərişlər verə bilər. İoT cihazlarının əsas problemi budur ki, bu cihazlar insanlara yalnız bu prosesi xatırlada bilər, bunu insanlar üçün edə bilməzlər. Və ya xəstəxana şəraitini zərərsizləşdirə bilməzlər (KOSTA.M. (2024)).

Araşdırmalar göstərir ki, İoT cihazlarının istifadə edildiyi tibb müəssisələrində infeksiyaya yoluxma halı 60% nisbətində azalmışdır (XTATIC HEALTH. (2024)).

5. Depressiya və əhvalın monitorinqi

Xəstənin əhval-ruhiyyəsi, psixi sağlamlığı haqqında davamlı olaraq məlumat almaq çətindir. Tibb işçiləri dəqiq diaqnozu təyin etmək üçün pasiyentlərə necə hiss etdiklərini soruşa bilər, amma ani dəyişiklikləri proqnozlaşdırmaq mümkün deyil. Başqa tərəfdən, xəstələr özləri hissləri haqqında dəqiq məlumata malik olmaya bilərlər və ya yalan danışa da bilərlər (KOSTA.M. (2024)).

İoT cihazları bu kimi problemləri həll edir. Xəstələrin ifadəsinə yox, biometrik göstəricilərinə əsaslanırlar. Bu göstəricilər xəstələrin idarəsi altında deyil. Onlar yatarkən belə monitorinq davam edə bilər, hətta xəstənin gözlərinin hərəkətinə qədər məlumatları izləyə bilər. Bu cihazların nəticələri ilə bağlı bəzi narahatlıqlar var ki, onlar depressiya və digər səbəbləri 100% dəqiqliklə təyin edə bilmir (KOSTA.M. (2024)).

6. Parkinson xəstəliyinin monitorinqi

İoT texnologiyasının digər istifadəsi Parkinson xəstəliyinin müalicəsi üçündür. Bu cihazlar Parkinson xəstəliyinin simptomlarını və gün ərzində necə dəyişdiyini izləyə bilər. Tibb işçiləri bu xəstələrini ən yaxşı şəkildə müalicə etmək üçün bu xəstəliyin göstəricilərini izləməlidirlər. Tibb müəssisələri xəstələri effektiv şəkildə müalicə etmək üçün onların burda qalmağını tələb edirlər. İoT cihazları isə pasiyentlərin məlumatlarını toplayıb, bu prosesi asanlaşdırır. Bu monitorinq zamanı həm xərclərə qənaət edilir, həm də xəstələrə həyatlarını öz evlərində yaşamaq imkanı verir (XTATIC HEALTH. (2024)).

7. Ağıllı həblər

Xəstənin daxilindən məlumat almaq qarışıq bir işdir. Bu cihazlar həzmi həll etmək üçün və ya həzm traktından keçmək üçün udulan həb formasına bənzəyən kiçik sensorlardır. Mürəkkəb və xroniki xəstəliklərin idarə edilməsində həkimlərə məlumatlar verir. Və xəstənin ehtiyaclarına uyğun müalicə təqdim etməyə kömək edir. Bu cihazların məqsədi mədənin PH səviyyəsi haqqında məlumat toplamaq, daxili qanaxmanın olub olmadığını müəyyən etməkdir (KOSTA.M. (2024)).

Bu texnologiya hələ ki yenidir. Həzm oluna bilən sensorlar asanlıqla udula, həll edilə bilən olmalı və həzm sistemindən keçəcək qədər kiçik olmalıdır. Bir çox şirkət bu texnologiya üzərində işləyir.

8.Birləşdirilmiş kontakt linzalar

Bu kontakt linzalar digərlərindən fərqli olaraq, kameralar və sensorlara malikdir. Bu cihazlar insanların daha yaxşı görməsini təmin edir, xəstəliklərin simptomlarını izləyə bilir (XTATIC HEALTH. (2024)).

Görmə zaman keçdikcə zəifləyir və bəzi xəstəliklər yaranır. Bu xəstəliklər xəstə tibbi yardıma ehtiyac duymadan uzun müddət inkişaf edə bilər. Bu linzalar göz xəstəliklərinin ilkin göstəricilərini araşdırır. Məsələn, göz yaşlarının qlükoza səviyyəsinin monitorinqi nəticəsində diabetin ilk əlamətlərini aşkar etmək olar (XTATIC HEALTH. (2024)).

Linzalarda kameranın olması pasiyentlərə linza vasitəsilə şəkil çəkdirməyə imkan verir. Bunun nəticəsində də səhiyyə sistemindən kənar sahələrdə də bu cihaz hazırlanır (XTATIC HEALTH. (2024)).

9.Ağıllı termometrlər

Bu texnologiya insanın temperaturunu ölçüb, bir çox xəstəliyin (iltihab, şiş, damar) erkən aşkarlanmasını təmin edir. Həmçinin bu xəstəliklərin monitorinq edilməsinə də kömək edir. Xəstənin hər bir bədən nahiyəsinin temperaturunu ölçür. Və bu barədə məlumat verir. Ağıllı termometr texnologiyası simsiz rabitə ilə mobil cihazlara qoşulur. Proqram vasitəsilə istifadəçilərə telefonlar və planşetlər ilə məlumat verir.

10.Birləşdirilmiş inhalyatorlar

Bu İoT cihazları telefona qoşulmuş inhalyatorlardır. Onların məqsədi dərman qəbulu üçün vizual və audio xatırlatmalar etmək, qəfil olan hadisənin səbəbini təyin etməyə kömək etməkdir (XTATIC HEALTH. (2024)).

Astma və ya Koah kimi hallar çox zaman qəfil baş verir. Astma ilə əlaqəli hər 3 ölümdən 2-nin qarşısını vaxtında müdaxilə və vəziyyəti daha yaxşı idarə etməklə almaq olar.

Həmçinin inhalyatorlar telefonda proqrama qoşulduğundan,xəstələr inhalyatoru unutduqda onu xəbərdar edə bilərlər. Dərmanları həddindən artıq istifadə etdikdə də xəbərdar edə bilərlər.

11.Robotik cərrahiyyə sahəsi

İoT cihazlarının istifadəsinin başqa sahəsi əməliyyatların aparılmasıdır. Həkimlər cərrahi müdaxiləni yerinə yetirmək üçün internetə bağlı kiçik robotları insan bədənində yeridə bilərlər. Bu yol insan səhvini azaldıb, əməliyyatları dəqiqliklə etməyə, mürəkkəb prosedurları yerinə yetirməyə imkan verir. Bu cihazlar tərəfindən edilən əməliyyatlarda edilən kəsiklər daha kiçikdir. Və bu pasiyent üçün daha tez sağalma müddətinə, daha az invaziv prosedura gətirib çıxarır (XTATIC HEALTH. (2024)).

İstifadə olunan cihazlar kifayət qədər kiçik və etibarlı olmalıdır. Həmçinin insan bədənindəki şəraiti təhlil etməli və əməliyyat üçün qərar verməyi, bacarmalıdır. Bu cihazlar tibb işçiləri üçün zəruri qurğulardır.

12.Mobil İoT

Mobil İoT texnologiyasının səhiyyədə istifadəsi mobil və simsiz şəbəkə sayəsində informasiyanın toplanması, təhlil edilməsini və mübadiləsini təmin edir. Xəstələrin sağlamlıq parametrlərini və digər göstəricilərini izləmək üçün sensorlar və mobil hesablamanı birləşdirir. İoT-ə əsaslanan texnologiyaların köməyi ilə xəstələrin uzaqdan izlənməsi, mobil hesablama və İoT həkimlərə müstəsna müalicə etmək imkanı verdi. Mobil İoT-dən istifadə xəstənin məlumatlarına daxil olmağa, diaqnoz qoymağa, sürətli müalicəni etməyə imkan verir. Mobil hesablamanın səhiyyədə tətbiqinə nümunə : Robert İstepanian hipotansiyonun idarə edilməsində kömək edən diabetik pasiyentlərdə qlükoza monitorinqi edib, səviyyəni izləyə bilən Mobil İoT əsaslı sistem hazırlamışdır.

1.3. İoT-da sensorlar, sensorların təsnifatı, xüsusiyyətləri.

Sensorlar ətraf mühitin, temperaturun, hündürlüyün,məsafənin və.s kimi ətraf mühit hadisələrinin ölçülməsinə əsaslanan çıxış signalını təmin edən cihazlardır. Sensorlar məlumat monitorinqi, ətraf mühitin kəmiyyət və keyfiyyət ölçülərini vermək

üçün istifadə olunur. Temperaturu izləmək üçün bir temperatur sensoru istifadə oluna bilər. Bu cihazlar ətrafdakı fiziki dəyişiklikləri tapan və onlara reaksiya verir. İstifadə zamanı sensorlar obyektə yerləşdirilir ya da obyektə qoşulur və internet vasitəsilə digər sistemlərlə və ya cihazlarla əlaqə saxlayır.

Sensorların üstünlükləri- Sensorlar və sensor texnologiyalarının profilaktik və proqnozlaşdırıcı baxımlar da daxil olmaqla bir sıra üstünlükləri vardır. Sensorlar tək-cə məlumatların sürətli ötürülməsini təmin etmir həmçinin dəqiqliyi artırır və beləliklə prosesə nəzarəti yaxşılaşdırır. Yeni növ sensorlar simli və simsiz ötürmə qabiliyyətinə malikdirlər və məlumatların davamlı ötürülməsini təmin edirlər. Sensorların əsas üstünlüklərindən biri məlumatların toplanması zamanı həssaslıq, itkisiz ötürmə, real vaxt analizi daxildir. Smart sensorlar özündə ölçmə və çıxış dəyərlərini saxlamağa imkan verən elektrik sxemlərini ehtiva edir. Ağıllı sensorlar özünü təsdiqləmək, uyğunlaşmaq kimi funksiyaları yerinə yetirə bilər. Sensorlardan istifadə toplanan məlumatlardan səmərəli istifadə etməklə məhsuldarlığı artırır, sahibkarlıq xərclərini azaldır, enerji sərfiyyatını yaxşılaşdırma bilər. Sensorların üstünlüklərini ümumi olaraq belə qeyd edə bilərik

- Prosesləri daha dəqiq və sürətli edir
- Aktiv məlumatları toplayır və analiz edir
- Prosesləri dəqiq və etibarlı şəkildə izləyir
- Sahibkarlıq xərclərini azaldır və məhsuldarlığı artırır

İoT-da sensorlar- İot sensorları ətraf mühit şəraitini izləyən və məlumatları şlüz vasitəsi ilə internetə göndərən elektron çipsetlərdir. İoT-da sensorlar mənbələrdən məlumatı toplamaq, bulud əsaslı platformalara göndərmək üçün istifadə olunur. Bu toplanan məlumatlar ətraf mühit şəraiti daxil olmaqla bir çox sistemlərə nəzarət etmək üçün istifadə olunur. Məsələn ağıllı evlərdəki sensorlar rütubəti, temperaturu izləyir və buna uyğun olaraq evdəki sistemləri tənzimləyir. İoT-da sensorların başqa istifadə sahəsi səhiyyədir. Geyiləbilən sensorlar qan təzyiqini, ürək döyüntüsü kimi həyati göstəriciləri izləyir, həkimlərin pasiyentləri uzaq məsafədən izləməyə, lazım gəldikdə zamanında xəstələrə müdaxilə etməyə imkan verir. Sensorlar ətrafdan məlumat toplayan və həmin məlumatları

şəbəkə vasitəsi ilə ötürən cihazlardır. Sensorlar İot cihazlarının əsas vacib elementlərindən biridir. İot sensorları bütün sənayelərdə, səhiyyə və bir çox sahələrdə dəyişiklikləri idarə etmək üçün vacibdir. Onlardan istifadə yeni imkanlar yaradır və səmərəliliyi artırır. Sensorlar həm də faciələrin qarşısını ala, istifadə xərclərini azalda və gündəlik həyatımızı sadələşdirə bilər. İot sensorları ətraf mühitdən məlumat toplayan və həmin məlumatları şlüz vasitəsilə internetə ötürən elektron çipsetlərdir. Müxtəlif sensorlar fiziki təmas, maqnit sahələri vasitəsilə fəaliyyət göstərə bilər. İot sensorları ətraf mühitin, temperaturun və bu kimi şeylər haqqında məlumat toplayır sonra sensorlar məlumatı şəbəkə vasitəsilə şlüzlərə ötürür. İot sensorları tez-tez bulud hesablamaları və AI kimi digər texnologiyalarla birləşdirilir. Məsələn, sensor otaqdakı temperaturu ölçə bilər və bu məlumatları bulud əsaslı verilənlər bazasına ötürə bilər. İot sistemlərində istifadə edilən müxtəlif növ sensorlar aşağıdakılardır.

1. Hərəkəti aşkarlamaq üçün hərəkət sensorları
2. Ətraf mühit şəraitini ölçmək üçün ətraf mühit sensorları
3. Yaxınlıq detektorları, məsələn infraqırmızı məsafə sensorları
4. Ümumi təyinatlı sensorlar

İOT cihazları bir çox funksiyaları əhatə edir və sensorların hansı cihaz növü olduğuna görə geniş şəkildə bölünə bilər.

1. Sensor cihazı-ətraf mühit, temperatur, rütubət, işıq, məsafə kimi
2. Aktuator cihazı-mühərriklər, klapanlar
3. Rabitə cihazı-Matter, Zigbee

Rütubət Sensoru: Rütubət sensoru hava, bərk cisimlər kimi müxtəlif cür mühitlərdə rütubət səviyyələrindəki müxtəliflikləri müəyyən edir. Sensorlar vasitəsilə belə rütubətin aşkarlanması termostatlarda və digər rütubətin aşkarlanması həllərində də istifadə edilə bilər.

İşıq sensorları: İşıq sensorları görünən işıqı müəyyən etmək üçün ayrılmış fotodetektorlardır. Bu sensorlar müxtəlif işıq mənbələrindən işıq ölçmək üçün və

ışıqlarının avtomatlaşdırılması üçün tətbiq olunur. Işıq sensorları işıq kifayət qədər olmadıqda və avtomatik olaraq əlçatmaz olduqda işıqları yandırmaq üçün faydalı ola bilər. Yaxınlıq sensorları yaxındakı obyektin, insanların hərəkətini müəyyənləşdirməyə kömək edir. Bu sensorlar mövcudluğu aşkarlayır və təhlükəsizlik üçün kamera görüntülərini qeyd etmək kimi əlavə tədbirlər görür.

Qaz aşkarlama sensorları: Qaz sızması anında qaz aşkarlama sensorları ətrafdakı qazı müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Bu sensorlar potensial təhlükəli və təhlükəli qazları aşkar etməyə kömək edə bilər. Belə aşkarlanmaya nümunə olaraq təbii qaz boru kəmərlərində tapılan və partlayışa səbəb olabilən hidrogen sulfidin müəyyən olunmasıdır. **Sağlamlığa nəzarət sensorları:** Geyiləbilən sensorlar xəstənin həyati əlamətlərini, temperaturunu, təzyiqini izləmək üçün istifadə oluna bilər, Bu da tibb işçilərin pasiyentlərin vəziyyətini uzaqdan izləməyə imkan verir.

İR sensorlar: İnfraqırmızı sensorlar, ətrafdakı xarakteristikaları hiss etmək üçün infraqırmızı şüalanma yaymaq və aşkar etmək qabiliyyətinə görə İoT şirkətləri tərəfindən hazırlanmışdır. Onlar qan təzyiqinin monitorinqini sadələşdirdiyi üçün səhiyyə sahəsində xüsusilə faydalıdırlar. Bu sensorlar həm də smartfonlar və ağıllı saatlar kimi ağıllı cihazlarda da tətbiq olunur. Daha geniş istifadə sahələrini nəzərdə tutsaq, İR sensorları ağıllı ev sahəsində vacib rol oynamağa başlayır.

Təzyiq sensorları: Təzyiq sensorları qaydalara uyğun olaraq təzyiq signalını hiss edə bilər və təzyiq signalını istifadə ediləbilən elektrik signalına çevirən bir cihazdır. Təzyiq sensorları ölçmə təzyiq sensorlarına, diferensial təzyiq sensorlarına və mütləq təzyiq sensorlarına ayrılabilir. Bu sensorlar maye və qazdakı dəyişiklikləri aşkar edir və dəyişikliklər haqqında məlumatı sistemə ötürür.

Optik sensorlar: Bu sensorlar işıq signallarını elektrik signalına çevirərək, işıqla bağlı parametrləri ölçməyə və onları elektron avadanlıqların başa düşəcəyi formada izah etməyə imkan verir. Optik sensorlar birbaşa fiziki təmas ehtiyac olmadan obyektləri aşkar etmək üçün istifadə edilir. Optik sensorlar dəqiqliyi və çox yönlü olduğu üçün tibbdən ətraf mühitin monitorinqinə qədər müxtəlif sahələrdə istifadə oluna bilər. Son illərdə

sensorlarda istifadə sayəsində bütün İot sisteminin vacib hissəsini təşkil edir (Kasia.G (2023)).

İoT-da sensorların təsnifatı

1. Kontakt və kontaktsiz sensorlar
2. Analoq və rəqəmsal sensorlar
3. Aktiv və passiv sensorlar
4. Mütləq və nisbi sensorlar
5. Müxtəlif sensorlar

Kontaktlı sensorları-temperaturu, ürək dərəcəsini, qanda oksigen miqdarını ölçmək üçün xəstənin dərisi ilə təmasda olmaqla işləyir. Nümunə olaraq termometr, qan təzyiqi monitoru kimi ən çox istifadə olunan sensorlardır. Bu sensorların bir çoxu xarici enerji təchizatı tələb etmədən işləmək qabiliyyətinə malikdir və buna görə passiv sensorlardır. Kontaktlı sensorlar bədənin daxili vəziyyətinə birbaşa girişə ehtiyac duymurlar, bu da onları istifadə üçün son dərəcə səmərəli və təhlükəsiz edir. Kontakt sensorlarına nümunə olaraq FitBit və Apple Watch kimi sensorlar daxildir.

Kontaktsiz sensorlar-bədənin müəyyən atributlarını uzaqdan hiss edə bilər və bədənin daxili vəziyyətinə girişə ehtiyac yoxdur. Bu sensorlar 3D kameralardan istifadə edərək bədən hərəkətinin izlənməsi və ürək döyüntülərinin qiymətləndirilməsi kimi fəaliyyətləri yerinə yetirir. CAT (Hesablama Eksenel Tomografiya) sensorları beynin kəşimələrini öyrənmək üçün oxşar texnikadan istifadə edir.

Maqnetik rezonans görüntülmə (MRT) bədənin daxili orqanlarının formalarının şəklini çəkmək üçün radio dalğalarından istifadə edən bir texnikadır. Təhlükəsiz görüntülmə texnologiyası hamilə ana bətnində körpəni görüntülmək üçün istifadə edilən ultrasəs skaneridir.

İnvaziv sensorlar- Gündəlik monitoring üçün daha çox təmas sensorları istifadə edilərkən, təmassız sensorlar müntəzəm monitoring üçün istifadə olunur. İnvaziv sensorlar cərrahi prosedur zamanı müdaxiləni izləmək üçün istifadə olunur. Bu sensorlar işləmək üçün xüsusi təlim tələb edir. İnvaziv sensorlara endoskopik sensorlar kimi optik

lif əsaslı sensorlar daxildir. Bu sensorlar səthi kəsik vasitəsilə bədənə daxil edilir və cərrahi əməliyyatı vizual şəkildə müşahidə etmək üçün cərraha səthi kəsikləri minimuma endirmək seçimini verir. Artroskopiya adlanan cərrahi prosedür, bu texnikadan istifadə edir. Bununla yanaşı bu sensorlardan istifadə zamanı həddindən artıq ehtiyatlı olmaq tələb olunur. Belə sensorlardan istifadə zamanı baş verə biləcək qəza risklərinin misal olaraq daxili qan laxtasının əmələ gəlməsi, damarlarda yaranan spazmlar və digər təbii bədən funksiyalarına müdaxilə daxildir.

Mütləq və nisbi sensorlar- Mütləq sensorlar stimulun mütləq oxunmasını təmin edir.

Nisbi sensorlar sabit və ya dəyişən bir şeyə nisbətən ölçmələri təmin edir. Termocüt nisbi sensora nümunədir, burada temperatur fərqi birbaşa ölçmədən fərqli olaraq ölçülür.

Analoq və rəqəmsal sensorlar- Analoq sensorlar ölçmə əsasında dəyişən davamlı çıxış signalı verir. Analoq sensorlara misal olaraq termometrlər, təyziq sensorları və işığa bağlı rezistorlar (LDR) daxildir.

Müxtəlif sensorlar- Bir çox sensor növləri sadalanan kateqoriyalara uyğun olmaya bilər. Bu sensorlar müxtəlif sensorlar kimi təsnif olunur. Bu sensorlara misal olaraq kimyəvi, bioloji, radioaktiv və digər növlər daxildir.

Rəqəmsal sensorlar isə ölçmələri toplayır və adətən ikili məlumat kimi təqdim olunan və başa düşülməsi asan olan rəqəmsal siqnallara çevirir. Bu sensorlara nümunə olaraq ultrasəs sensorları və interial ölçü vahidlərini göstərmək olar.

İoT-da sensorların xüsusiyyətləri

1. Statik
2. Dinamik

Sensorun statik xarakteristikası statik giriş signalı ilə bağlı sensorun girişi və çıxışı arasındakı əlaqəni təsvir edir. Bu xüsusiyyətlər müəyyən bir tətbiq üçün uyğun sensoru seçməkdə və sabit vəziyyət şəraitində dəqiq və etibarlı ölçmələrin təmin edilməsində, onun performansını qiymətləndirməkdə kömək edir.

Dinamik xüsusiyyətləri- Sensorların dinamik xüsusiyyətləri, giriş dəyişdikdə sensorun çıxış dəyişikliklərinə aiddir. Sensorun dinamik xüsusiyyətləri onun xüsusi standart giriş siqnallarına reaksiyası ilə təsvir olunur. Dinamik xüsusiyyətlər sensorun zamanla dəyişən giriş siqnallarına necə reaksiya verdiyini təhlil etməklə müəyyən olunur.

Xəttilik-sensorun iş giriş diapazonuna qarşı qurulduqda onun çıxışının düz xətti izləmə dərəcəsinə aiddir.

Sıfır sıra sistemləri- Girişdə qəfil dəyişiklik olduqda, çıxış dərhal yeni sabit vəziyyət səviyyəsinə çatır. Bu nisbət giriş dəyişikliyinə nə qədər böyük olmasından aslıdır.

Dəqiqlik-yaxşı ölçmə alətlərinin ölçülən həqiqi dəyərə yaxın bir nəticə ilə bağlıdır. Buraya sensorun ölçmələrində sisteməlik səhvlər və həmçinin təsadüfi səhvlər daxildir. Dəqiqlik daha etibarlı sistemlə müqayisədə çıxışın nə qədər düzgün olduğunu göstərir. Dəqiqlik nisbi və mütləq səhvlərlə ölçülə bilər (Oleksiy B, Valentyn.B. (2018)).

İoT sensorlarının növləri

İoT sensorları səhiyyə, təsərrüfat, sənaye və bir çox sahələrdə geniş istifadə olunur.

1.Səhiyyə sektorunda İoT sensorları xəstələrin həyatı əlamətlərini və dərmanlarını, xəstəxanaların sağlamlıq qeydlərinin saxlanılmasında, sağlamlıq vəziyyətlərinin monitorinqdə vacib rol oynayır. Sensorlar həmçinin xəstələrin sağlamlıq vəziyyətini həkimlərə uzaqdan izləmə, mümkün qədər diaqnoz qoymağa imkan verir. Sensorların bir çox növü insan bədənində implantasiya edilə bilər. Məsələn qlükoza monitorinqi sensorları. Tibbi cihazlar və geyiləbilən cihazların köməyi ilə də inteqrasiya oluna bilər. Sensorların köməyi ilə xəstələrin müalicələri tez izləmə və optimallaşdırıla bilər.

2.Daşınmaz əmlak və obyektlərin idarə edilməsi üçün İoT sensorları müxtəlif aktivlərdən məlumatlar ala bilər, vaxt analizini təklif edə bilər. Bu sensorlardan istifadə edərək enerji sərfiyyatı azalda, binaları təkmilləşdirmək olar.

3.Sənaye sahəsində İoT sensorları maşın və adanlıqlardan məlumatların toplanması ilə maşınların effektiv şəkildə avtomatlaşdırılmasına imkan verir.

4.Qida sənayesində İoT sensorları təsərrüfatlardan süfrəmizə kimi qidaların izləməsinə imkan verir. Buda qida tədarükündə şəffaflıq və izləmə imkanı verir, qida keyfiyyəti və

təhlükəsizliyi təmin edir. İot-dan istifadə edən sistemlər müştərilərin hansı ehtiyaclarının olduğunu müəyyən edə bilir. Buda həmçinin müştərilərə əlavə seçim etməyə imkan verir.

İoT Sensorların istifadə halları

1.Temperaturun, keyfiyyətin, rütubətin səviyyələrini qeyd edir. Bu məlumatlar kənd təsərrüfatı, sənaye prosesləri kimi tətbiqlər üçün dəyərlidir.

2.Ağıllı evlər-sensorları olan ağıllı evlər bir-birinə bağlı cihazlar və sensorlar olan yaşayış yerləridir.Sensorlar ağıllı evlərin funksionallığını təkmilləşdirmək üçün məlumatları toplayır və təhlil edir. Ağıllı evlərdəki sensorlar təhlükəsizlik sistemlərini, enerjinin idarə edilməsini imkan verir.

3.Sənaye Tətbiqi-İstehsal müəssisələri İot-dan istifadə edərək nasazlıqları müəyyən edə və avadanlığın sağlamlığına nəzarət edə bilər. Sensorlar məlumat toplayır və ümumi səmərəliliyi artırır.

4.Nəqliyyat Logistika- bu sahədə istifadə olunan sensorlar köçürmədə olan malların izlənməsi, təchizat əməliyyatlarının optimallaşdırılması üçün istifadə olunur. Sensorlar real vaxt rejimində avtomobilin yerini, marşrutun optimallaşdırılmasını təmin edir (Kostiantyn.O (2023)).

İoT Sensorlarının Xüsusiyyətləri:

Bağlantı- əlaqə İot sensorlarının əsas xüsusiyyətidir. Bu əlaqni qurmaq üçün müxtəlif qurğular arasında əlaqənin qurulması deməkdir. İot-də sensorlar, bir çox qurğularla qarşılıqlı əlaqə saxlayır və əlaqə qurur.

Məlumatların toplanması- ağıllı sensorlar vasitəsilə məlumatların toplanması dəqiq məlumat kimi müxtəlif üstünlükləri var.

Avtomatlaşdırma- avtomatlaşdırma cihazların bir-biri ilə əlaqə saxlamasına imkan verməklə daha səmərəli və idarəolunan edir. Cihazlara insan müdaxiləsi olmadan məlumatları seçə və paylaşa bilər.

Real vaxt rejimində monitoring- toplanmış məlumatlar əsasında təcili qərar qəbul etməyə imkan verən real vaxt məlumat yeniləmələrini təmin edir.

1.4. Sensorla idarə olunan səhiyyənin gələcəyi.

Sensor texnologiyası son illərdə sürətlə inkişaf edir. Sensor texnologiyasında indiki və gələcəkdə proqnozlaşdırılan tendensiyalara aşağıdakılar daxildir:

AI və Machine Learning inteqrasiyası. Sensorlar tərəfindən toplanan məlumatlar süni intellektin (AI) və maşın öyrənmə alqoritmlərinin inteqrasiyası mürəkkəb məlumatların təhlilində və fikirlərin əldə edilməsində vacib rol oynayır.

Geyinilə bilən cihazların yayılması-həm səhiyyə sahəsində həm də istehlakçı sahələrində geyilə bilən sağlamlıq monitorinq sensorlarının daha geniş sağlamlıq ölçülərini izləyə bilir. Bu sensorlar istifadəçilərə real vaxt rejimində hərtərəfli sağlamlıq məlumatları təqdim edərək, onlara sağlamlıqlarını idarə etmək üçün qabaqlayıcı tədbirlər görür.

Teletibb və uzaqdan monitorinqin genişləndirilməsi- Sensorla idarə olunan səhiyyə teletibb və uzaqdan xəstə monitorinqinin genişləndirilməsini daha da gücləndirir. Gələcəkdə xəstələr evlərinin rahatlığından səhiyyə xidmətlərinə çıxış əldə edəcəklər və tibb işçiləri xüsusilə xroniki xəstəlikləri olan xəstələrin və ucqar ərazilərdə yaşayan xəstələr üçün daha səmərəli qayğı təklif edə biləcəklər.

Profilaktik sağlamlığa artan diqqət- Sensorların sağlamlıq parametrlərindəki dəyişiklikləri aşkar etmək qabiliyyəti ilə profilaktik səhiyyə strategiyalarına daha çox diqqət yetiriləcək. Xəstəliklərin daha tez aşkarlanması və qarşısının alınmasına imkan verən sensorlar səhiyyə sahəsinin gələcəkdəki ehtiyaclarını ödəmək üçün diqqətini müalicə həllərindən proaktiv sağlamlıq idarə etmə alətlərinə çevirməlidir.

Məlumat təhlükəsizliyi və məxfilik- Sensorların istifadəsi daha çox yayıldıqca, məlumatların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və pasiyentlərin məxfiliyinin qorunması əsas məsələdir. Səhiyyə şirkətləri xəstə məlumatlarını qorumaq və səhiyyə istehlakçılarının etimadını qorumaq üçün güclü təhlükəsizlik tədbirlərinin və uyğunluq çərçivələrinin inkişafına üstünlük verməlidirlər.

IoT-də sensorlardan istifadənin çətinlikləri. Sensorlar IoT-nin vacib komponenti olsa da, onların istifadəsi ilə bağlı bir sıra çətinliklər var. Ən böyük çətinliklərdən biri

sensorların topladığı və yaratdığı məlumatların böyük həcmdə olmasıdır. Bu məlumatlar real vaxt rejimində işlənməli və təhlil edilməlidir ki, bu vaxt aparan və çətin məsələdir. Digər bir problemlərdən biri də sensorlar tərəfindən toplanan məlumatların təhlükəsizliyinin təmin edilməsidir. Sensorlar internetə qoşulduqları üçün onlar həssas məlumatların təhlükəsizliyini və məxfiliyini pozan kiberhücumlara qarşı həssasdırlar. Nəhayət, müxtəlif istehsalçıların sensorlarının qarşılıqlı əlaqəsini təmin etmək problemi sensorların hamısının birlikdə problemsiz işləməsini təmin etmək çətinidir. Sensorlar İOT ekosistemində mühüm rol oynayır. Onlar müxtəlif sistemlərin monitorinqi və idarə edilməsində, qərarların qəbul edilməsinin təkmilləşdirilməsi üçün istifadə olunan məlumatların toplanmasına və ötürülməsinə imkan verir. Bununla da sensorların istifadəsi zamanı böyük həcmli məlumatların idarə edilməsi, təhlükəsizlik və məxfiliyin təmin edilməsi və qarşılıqlı fəaliyyətin təmin edilməsi də daxil olmaqla bir sıra çətinliklərlə üzləşir. İOT əsaslı həllər müxtəlif sensorlardan xəstənin sağlamlıq məlumatlarını təhlükəsiz şəkildə qeyd etməyi hədəfləyir.

Smart saat. Smart saat qol saatlarına və ya digər vaxta nəzarət cihazlarına bənzəyən daşına bilən hesablaşma cihazıdır. Zamanı bildirməklə yanaşı ağıllı saatlar Bluetooth-a qoşulmağa imkan verir. Smart saat istifadəçisi mobil telefonundan telefon zənglərini başlatmaq və cavablandırmaq, mətn mesajlarını oxumaq, musiqi dinləmək, rəqəmsal köməkçiyə sual vermək üçün saatın interfeysindən istifadə edə bilər. Ağıllı saatlar çoxlu funksiyalar təklif edir.

1. ürək dərəcəsi, qan oksigen səviyyəsi, qan təzyiqi və temperatur monitorinqi kimi sağlamlıq məlumatları;
2. smartfonlardakı mesajlara bənzər mesajlaşma və zəng funksiyaları;
3. saat istifadəçisinin sağlamlığında təhlükə aşkar edərsə, təcili yardım çağırışları;
4. sosial media və smartfon proqramlarından digər bildirişlər;
5. xəritələr, kompas kimi yer xüsusiyyətləri;

6. GPS izləmə

Bəzi ağıllı saatlarda xüsusi istifadəçilər üçün xüsusi funksiyalar var. Məsələn, polis məmurları göndərişdən xəbər almaq üçün ağıllı saat proqramından istifadə edə bilirlər. ABŞ Hərbi Hava Qüvvələrinin pilotları xüsusi peyk naviqasiyası funksiyalarına malik ağıllı saatlardan istifadə edə bilirlər. Ağıllı saatlara nümunə olaraq Apple Watch Apple-in ağıllı saatını, Tizen saatları Samsung-un xüsusi smart saatlarıdır.

Fitnes saatlar- Geyinilə bilən fitnes saatlar sağlamlığı izləmək və yaxşılaşdırmaqda insanlara kömək edə bilər. Bu gün geyilə bilən fitnes saatları indi həkim ofisini biləyinizə gətirir. Smart saat, fitnes saatları kimi geyilə bilən bu cihazlar fərdi fitness məsləhətləri təklif edə, sağlamlıqla bağlı dərhal rəy verə və nümunələri müəyyən etmək üçün məlumatları təhlil etməyə kömək edə bilər.

1.Ürək Sağlamlığına Nəzarət Edir. Əvvəllər elektrokardioqramma (EKQ) aparatları yalnız tibb kabinetlərində və xəstəxanalarda istifadə olunurdu. İndi kiçik fitness saatlar sayəsində biləyinizdəki sensorlar ürəyinizin elektrik ritmini ölçə bilər.

2.Diabeti idarə edir. Əgər xəstədə 1-ci və2-ci tip diabetlə qan şəkərinin səviyyəsini daha yaxşı idarə etmək üçün davamlı qlükoza monitorinqi cihazını fitnes izləyicisi ilə birləşdirmək olur. CGM cihazı dərinizin altına girən və qlükoza məlumatlarını simsiz olaraq insulin pompasına uyğun fitness qolbağa ötürən kiçik sensora malikdir. Xəstənin qlükoza səviyyələriniz aşağı və ya yüksəkdirsə, insulin tükənirsə, dərhal xəbərdarlıq alınır.

3. Hərəkət etmək üçün motivasiya. Fitnes qolbaq gün ərzində insanın fəaliyyəti barədə məlumatlılığınızı artırır bilər. Hərəkət etməyi xatırladır, şəxsi fitness məqsədləri təyin etməyə, istifadəçiyə uyğunlaşdırılmış məşqlər təklif etməyə imkan verir. Bir çoxları nəfəs alma tezliyi, ürək dərəcəsi dəyişkənliyi,dərinin temperaturu və yuxunun məşqlərə necə təsir etməsi kimi məşq bərpa göstəricilərini öyrənməyə imkan verir.

Sensor effektiv dərman və avadanlıq izləmə.

Dərmanların, xəstəxanadakı cihazların və xəstələrin izlənməsi səhiyyə sahəsinin getdikcə vacib komponentinə çevrilir. Sensorlar xəstələrə yüksək keyfiyyətli qayğı göstərməklə yanaşı xərcləri azaltmağa da nail olur. Tibbi avadanlıqların və xəstələrin dərman qəbulunu izləmək imkanı idarə etmədə də köməklik edir. İzləmə cihazlarından daimi axın məlumatları müxtəlif xroniki şərtləri uğurla idarə etmək, səhiyyə xərclərini azaltmaq üçün istifadə edilə bilər.

Sensorlar xəstələr tərəfindən taxıla, saatlara, ayaqqabılara, paltarlara, digər əşyalara birləşdirilə evdə hərəkət sensoru kimi yerləşdirilə bilər. Fizioloji faktorları qiymətləndirən sensor və tez-tez ətraf mühit sensorları kimi tanınan xarici mühiti aşkarlayan sensor iki növ tibbi sensordur. Fizioloji sensorlar taxıla, implantasiya edilə bilər və temperatur, ürək dərəcəsi və qan təzyiqi kimi həyati göstəriciləri aşkar edə bilər. Tər sensoru: Tər biomarkerləri natrium xlorid, kalium, qlükoza, amin turşuları və digər maddələr haqqında çoxlu məlumat verir. Kistik kimi xəstəliklərin diaqnozu üçün çox faydalıdır. Xəstələr bəzən bədən mayələrindən məlumat əldə etmək üçün geyiləbilən sensorlardan istifadə ediblər. Tənəffüs sensoru xəstəni izləmək üçün istifadə edilən optik sensordur. Tənəffüs dərəcəsinin monitorinqi ambulator tədbirlər üçün xüsusilə faydalıdır və tez-tez yuxu apnesi və KOAH kimi pozğunluqları izləmək üçün istifadə olunur. Qan qlükoza sensoru: qlükoza monitorinq sensorları diabet xəstələri üçün mayələrdə qlükoza səviyyəsini davamlı olaraq izləmək üçün vacibdir. Bu cihazlar dərinin altına yerləşdirilən bioimplantlar və ya infraqırmızı, optik sensorlar, ultrasəs texnologiyasından istifadə edən qeyri-invaziv cihazlar ola bilər. Yüksək qan təzyiqi infarktlara və digər problemlərə səbəb olur və qan təzyiqi hər dəqiqə dəyişə bilər, bu da davamlı monitorinq tələb edir. EKQ sensorları ürək əzələlərindən keçən elektrik impulslarını izləyir. EKQ sensorlarındakı elektrodlar istifadə zamanı dəri ilə təmasda olmalıdır.

Təcili yardım maşını sensorlarla təchiz olunub.

Təcili yardım maşınlarında xəstələrin daşınması zamanı diaqnostika və müalicə proseslərinin həyata keçirilməsi bir sıra çətinliklər olur. Nəticədə xəstənin müalicəsi və diaqnozu xəstəxanaya çatana qədər ləngiyir. Köçürmə zamanı lazımi dəstək sistemlərinin

olmaması səbəbindən xəstələr tez-tez təcili yardım maşınlarında həlak olurlar. Sensorlar sayəsində səhiyyə sahəsində son inkişaf, aşağı kommunikasiya xərcləri yaxşılaşmışdır. Təcili yardım həkimlərin xəstələr haqqında qərarlarını qəbul etmək üçün təcili yardım maşınındakı xəstələrdən vacib məlumatların avtomatlaşdırılmış ölçülməsi və simsiz ötürülməsindən istifadə edə bilər. Təcili yardım maşınındakı sensorlardan əldə edilən məlumatlar tibb xəstəxanalara göndərilir və xəstə təcili yardım maşınında olarkən müvafiq müalicə almağa imkan verir. Təcili yardım maşınlarındakı sensorlar ağır xəstə təcili yardım maşını ilə xəstəxanaya aparılarkən müalicə təklif etmək və həyati əlamətləri izləmək üçün müxtəlif texnologiyalardan istifadə edir. Ürək döyüntüsü və qan təzyiqi daxil olmaqla xəstənin həyati parametrlərinə nəzarət etmək üçün tibb müəssisəsində təcili yardım maşınında şəbəkə xətlərinə və televizora polikamera qoşula bilər.

İnternet:Səhiyyə təşkilatı xəstənin həyati vacib parametrlərini təcili yardım maşınından məlumat aldıqdan sonra onlardan həkimlərlə onlayn məsləhətləşmələr üçün istifadə oluna bilər.Bu da ağır xəstənin xəstəxanaya gedərkən vaxtında müalicə almasını təmin edir.

Sensorlar xəstəxanada və xəstəxanadan kənarında səhiyyə xidmətini necə yaxşılaşdırır

Sensorlar müxtəlif növ cihazlarda sadə geyilə bilən cihazlardan tutmuş inyeksiya vasitələrinə, tibb müəssisələrində istifadəsi məhdud olan böyük maşınlarla qədər istifadə olunur. Bu gün hazırlanmış bir çox cihaz səhiyyə qrupları və ya fərdlər üçün daha faydalı məlumat yaratmaq üçün çoxlu sensorlardan istifadə edir.

Bu qabaqcıl cihazlar xəstəxanalarda, ambulator şəraitdə və gündəlik həyatda səhiyyənin yaxşılaşdırılmasına kömək edir.

Simsiz Sensor Şəbəkələri (WSN).

Simsiz Sensor Şəbəkələri (WSN) aşağı qiymət, əlçatanlıq kimi xüsusiyyətlərdən istifadə edir və nəticədə bu mobil sensorların qəbulunda artım müşahidə olunur.WSN fərdiləşdirilmiş səhiyyə sistemləri tibbi diaqnozlara və qərarlara kömək etmək üçün müvafiq məlumatları toplayır və bu məlumatlar buludda saxlanılır və işlənə bilər. Toplanmış məlumatlara əsasən xəstəliyin əlamətlərini öyrənmək və onlar haqqında məlumat əldə etmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur.

Simsiz sensor şəbəkələri (WSN) ətraflarından məlumat toplamaq və göndərmək üçün simsiz rabitədən istifadə edən, ucuz sensor qovşaqlarından ibarət şəbəkələrdir. Bu sensorlar temperatur, rütubət, işıq, qaz sensorları daxil olmaqla müxtəlif sensorlarla təchiz olunduğu üçün fiziki və ya ətraf mühit dəyişənlərinə nəzarət edə bilər. WSN-nin lazım olduqda və hər yerdə faydalı məlumat təklif etmək üçün İoT əsaslı cihaz birləşdirməkdir. WSN-lərin adi simli sensor şəbəkələri ilə müqayisədə bir sıra üstünlükləri var, sürətli yerləşdirmə, genişlənmə. WSN-lər məlumatların toplanması, təhlili və qərar qəbul etmə bir çox imkanlara malikdir (Mustapha.S, Abdelhamid.M (2016)).

Tibbi sensorlara qoyulan tələblər.

Tibbi sensorlar OEM-lər tərəfindən təsdiqlənir və uzun müddət geniş növdə tibbi cihazlarda istifadə olunur. Tibbi sensorlara qoyulan tələblər bunlardır:

1. Dəqiqlik: Xəstələrə vacib qayğı göstərmək üçün istifadə edilən tibbi cihazlar ən yüksək dəqiqlik səviyyəsini tələb edir.
2. Stabillik: Xəstəxanalarda istifadə olunan tibbi cihazlar zəmanətlə istifadə oluna bilər, buna görə də sensorun xüsusiyyətlərində kənara çıxması çox vacibdir, əks halda tibbi OEM artan zəmanət və xidmət xərclərinə məruz qalacaq.
3. Konfiqurasiya: Tətbiq üçün performansını yaxşılaşdıran və dizaynı sadələşdirən yaxşı sensorun seçilməsi.
4. Dəstək: Yeni tibbi cihazın istehsalı zamanı mühəndislik dəstəyi təmin edə biləcək sensor istehsalçısını seçmək də mühümdür.

Səhiyyə sensorları.

Sensorlar səhiyyə sahəsinin vacib bir hissəsinə çevrilib. Bu sensorlar tibbdə xəstələrin diaqnozu, monitorinqi və müalicəsi üsullarında yeniliklər ediblər. Bu yeniliklər xəstələrin həyati sağlamlıq məlumatlarının real vaxt rejimində toplanmasına imkan verir. Müxtəlif tibbi cihazlara və sistemlərə inteqrasiya edərək, sensorlar səhiyyədə yeni yanaşmaları üçün yol açdı.

Səhiyyədə istifadə olunan sensor növləri aşağıdakılardır

Biometrik: Biometrik sensorlar fizioloji parametrləri və davranış xüsusiyyətlərini toplayır və təhlil edir. Biometrik sensorlar tez-tez həyati əlamətləri izləmək, sağlamlıq vəziyyətini qiymətləndirmək və xəstələrin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün istifadə olunur. Biometriya ilə ölçülən bəzi ümumi parametrlərə aşağıdakılar daxildir:

- Ürək döyüntüsü
- Qan təzyiqi
- Bədən istiliyi
- Tənəffüs dərəcəsi
- Səs nümunələri

Hərəkət: Hərəkət sensorları insanların hərəkət və fəaliyyət səviyyələrini aşkar edir və onları izləyən cihazlardır. Bu cihazlar yerləş, tarazlıq və ümumi fiziki fəaliyyət kimi insan hərəkətinin müxtəlif aspektlərini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur. Hərəkət sensorlarının bəzi ümumi istifadələri bunlardır:

- Xəstəliklərin aşkarlanması və qarşısının alınması
- Reabilitasiya və fizioterapiya
- Köməkçi protezlər, ortopedlər və hərəkətlilik vasitələri
- Yuxu monitorinqi
- İdman tibb və performans monitorinqi

Kimyəvi: Kimyəvi sensorlar bioloji nümunələrdə və ətraf mühitdə xüsusi kimyəvi birləşmələri, biomarkerləri aşkar etmək və ölçmək üçün nəzərdə tutulmuş sensorlardır. Kimyəvi sensorlar müxtəlif səhiyyə müəssisələrində vacib rol oynayır, xəstəliklərin diaqnostikasını, monitorinqini və müalicəsini rahatlaşdırır. Bu sensorların aşkar etmək üçün istifadə edilən bəzi ümumi kimyəvi maddələrə nümunə olaraq aşağıdakılar daxildir:

- Qan və ya dərialtı qlükoza
- Qazlar
- Zülallar və fermentlər

- DNT
- Dərmanlar və qeyri-qanuni dərmanlar
- Toksinlər

Elektrik Fəaliyyəti: Elektrik sensorları insan orqanizmi tərəfindən yaradılan müxtəlif elektrik siqnallarını ölçən və nəzarət edən sensorlardır. Bu sensorlar tibbi şəraitin diaqnostikasında, monitorinqində və müalicəsində vacib rol oynayır. Elektrik siqnal sensorlarının bəzi növləri bunlardır:

- Elektrokardioqram sensorları
- Elektroensefaloqrama sensorları
- Elektromiyoqram sensorları
- Elektoretinoqram sensorları
- Elektroqastroqram sensorları

Ekoloji: Ətraf mühit sensorları ətraf mühitin müxtəlif növ parametrlərini izləyir və qiymətləndirir. Bu parametrlər səhiyyə müəssisələri, evdə və açıq havada olan parametrlər ola bilər. Ətraf mühit sensorları tərəfindən ölçülən bəzi ümumi elementlərə aşağıdakıları nümunə göstərmək olar:

- Temperatur
- Rütubət
- Havanın keyfiyyəti/çirkləndiricilər
- Işıq səviyyələri
- Səs-küy səviyyələri
- Su keyfiyyəti

Dəqiq Tibb və Fərdi Səhiyyə. Sensorlar müalicələri və müdaxilələri fərdi ehtiyaclara uyğunlaşdırmaq üçün istifadə oluna bilən real vaxt rejimində, xəstəyə məxsus məlumatların toplanmasına imkan verməklə, dəqiq tibbin və fərdiləşdirilmiş səhiyyənin inkişafında mühüm rol oynayır. Bu sensorlar genetik profillər, biomarker səviyyələri və

fizioloji reaksiyalar kimi müxtəlif bioloji parametrləri izləmək üçün istifadə olunur, fərdin unikal sağlamlıq xüsusiyyətləri və müalicə reaksiyaları haqqında məlumat verir.

Xəstə məlumatlarını sensorlar vasitəsilə davamlı olaraq izləməklə, tibb işçiləri fərdin genetik meyillərinə, xəstəliyin gedişatına, dərmanların effektivliyi haqqında hərtərəfli məlumat toplaya bilər. Bu yanaşma xəstələrin ən uyğun və effektiv müalicə üsullarını almasını təmin edərək, klinik nəticələrin yaxşılaşmasına və həyat keyfiyyətinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Sensorların fərdiləşdirilmiş səhiyyə xidmətinə inteqrasiyası xəstəliklərin biomarkerlərinin və fizioloji dəyişikliklərin tez aşkarlanmasını asanlaşdıraraq müxtəlif sağlamlıq vəziyyətlərinin vaxtında diaqnostikasını və müdaxiləsini təmin edə bilər. Bu proaktiv yanaşma xəstəliyin inkişafının qarşısının alınmasına və fərdin spesifik risk faktorlarına və sağlamlıq ehtiyaclarına uyğunlaşdırılmış profilaktik strategiyaların həyata keçirilməsinə kömək edir. Sensorlar tərəfindən toplanan məlumatlar qabaqcıl analitika və maşın öyrənmə alqoritmləri ilə birlikdə proqnozlaşdırıcı modellər, qərara dəstək sistemlərini inkişaf etdirmək üçün istifadə edilə bilər. Sensor məlumatlarının və qabaqcıl analitikanın bu inteqrasiyası fərdiləşdirilmiş səhiyyə yanaşmalarının dəqiqliyini və effektivliyini artırır, eyni zamanda əhəlinin sağlamlığının idarə edilməsi üçün dəyərli məlumatları toplayır.

II FƏSİL. İOT TEXNOLOGİYALARI İLƏ TƏCHİZ EDİLMİŞ SAĞLAMLIQ MONİTORİNQ SİSTEMLƏRİNDƏ TƏHLÜKƏSİZLİK MƏSƏLƏLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI.

İot texnologiyalarının istifadə ilə birlikdə, sağlamlıq monitorinqi sektorunda dəyişikliklər də baş verir. İot cihazları və sensorlar vasitəsilə tibbi məlumatların toplanması, işlənməsi və ölçülməsi artıq daha asan və effektivdir.

İot (Əşyaların İnterneti) və əlaqəli texnologiyalar tibb sektorunda bir çox texnoloji məsələlərin həllində çox faydalıdır. İcazəsiz girişin və ya məlumatların pozulmasının və ya oğurlanmasının qarşısını almaq üçün həssas tibbi məlumatlarla işləyərkən güclü təhlükəsizlik tədbirləri tələb olunur. Şifrələmə, təhlükəsiz rabitə protokolları, müvafiq məlumatların qorunması və təhlükəsizliyi qanunlarına əməl edilməsi İot həllərində istifadə edilməlidir. Səhiyyədə İot istifadəsi xəstələrin məlumat məxfiliyi və təhlükəsizliyi ilə bağlı narahatlıqlara və bir sıra tədbirlər almağa səbəb olur. Güclü məlumat şifrələməsi, təhlükəsiz kommunikasiya üsulları və HIPAA və GDPR kimi müvafiq məlumatların mühafizəsi qanunlarına əməl edilməsi bu problemlərin həlli üçün önəmlidir (Sahu, S.; Dhote, Y. (2016)).

İot cihazlarının və sensorların sağlamlıq monitorinqində istifadəsi, tibbi məlumatların real-zamanlı toplanması və müalicə proseslərinin monitorinqinə yeni bir pəncərə açır. Xəstələrin sağlamlığı və tibbi parametrlərin izlənməsi, uzaqdan izləmə və müalicə proseslərinin tənzimlənməsi üçün İot texnologiyaları təklif edir. Lakin, bu yeni texnologiyaların istifadəsi ilə yanaşı özü ilə ciddi təhlükələr də gətirir. Məlumat gizliliyi, məxfiliyi, şəxsiyyət təsdiqləmə, kiber hücumlar və s. kimi məsələlər yeni bir əhəmiyyət kəsb edir. İot cihazlarının və sensorların şəbəkəyə qoşulması ilə gələn potensial risklər və təhlükələr nəzərə alınmalıdır.

Təhlükəsizlik risklərinin qarşısını almaq üçün, sağlamlıq monitorinq sistemlərində İot texnologiyalarının qurulması və idarə olunması zamanı müvafiq təhlükəsizlik tədbirləri görmək vacibdir. Bu, məlumatların şifrələnməsi, düzgün şəxsiyyət təsdiqləmə

və nəzarət, güclü şəxsiyyətlər idarəetməsi, və təhlükəsizliklə əlaqəli digər standartlara və qaydalara riayət etmək deməkdir.

2.1. Fiziki Təhlükəsizlik.

İoT texnologiyaları ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində fiziki təhlükəsizlik, cihazların və sistemlərin fiziki olaraq müdafiə edilməsi, məxfiliyinin təmin edilməsi və fiziki təhlükələrə qarşı qorunması ilə bağlı tədbirləri özündə birləşdirir. Bu, tibbi cihazların və sistemlərin hər hansı bir fiziki təhlükəyə məruz qalma ehtimalını azaltmaq və məxfiliyi təmin etmək üçün görülən qoruyucu addımları bildirir. İoT texnologiyaları ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində fiziki təhlükəsizlik baxımından nəzərdə tutulan bəzi tədbirlər aşağıdakılardır:

Cihazların təhlükəsiz qurulması: Tibbi İoT cihazları, qoşulduqları yerlərdə sabit və təhlükəsiz bir şəkildə qoyulmalıdır. Avadanlıqlara, xüsusən də tibbi avadanlıqlara texniki qulluq səhiyyə müəssisələri üçün çox vacibdir. Bununla belə, bir çox xəstəxanalarda vaxtın əsas hissəsi avadanlığın müəyyən edilməsinə sərf olunur və ya avadanlıqların istifadədə olduğu aşkar edilir və ona görə də ayrılmış müddətdə xidmət göstərilə bilmir. Hətta ən kiçik elektrik kəsilməsi və ya xilasedici avadanlıqlarda yaranan nasazlıqlar xəstəxananın fəaliyyəti üçün bəzən dəhşətli nəticələrə səbəb olurlar. Resursların monitoringi sistemi avadanlığın müntəzəm olaraq təmirinə və ya dəyişdirilməsinə ehtiyac olduqda işçilər xəbərdar edilir. Xəstəxanada yüzlərlə bahalı daimi və mobil avadanlığı idarə etmək olduqca çətindir. Bütün bu cihazları izləmək üçün sistem effektiv bir seçimdir. Ağır xəstələrlə işləyərkən, lazımi anda lazımi avadanlıqların əldə edilməsi həyatları xilas edə biləcək resursların mövcudluğunu artırmaq üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. Xəstəxana çarpayıları, EKQ avadanlığı, ventilyatorlar və digər mobil əşyalar tez-tez xəstəxanalarda yersiz yerə qoyulur və ya itirilir. Avadanlıqları paylaşan çoxsaylı departamentləri olan böyük bir biznes olaraq, xəstəxanaların hər il avadanlıqlarının bir faizini itirməsi adi haldır ki, bu da resursları idarə etməyi və tapmağı çətinləşdirir (G. Manogaran, D. Lopez (2018)).

Fiziki Giriş Nəzarəti: Fiziki giriş nəzarəti, bir məkanın daxilində kimin, hansı vaxtlarda, hansı məqsədlərlə hərəkət etdiyini nəzarət altına almaq üçün tətbiq edilən tədbirləri özündə birləşdirir. Tibbi İoT cihazlarının yerləşdiyi məkanlarda fiziki girişin nəzarəti, cihazların və məlumatların gizliliyini və məxfiliyini təmin etmək üçün əhəmiyyətli bir təhlükəsizlik tədbiridir. Fiziki girişin nəzarəti ilə bağlı əsas tədbirlər aşağıdakılardır:

- Qapılar və mühafizə mexanizmləri: Tibbi İoT cihazlarının yerləşdiyi məkanlarda giriş nöqtələrinə qurulmuş qapılar və mühafizə mexanizmləri vasitəsilə giriş nəzarəti təmin edir. Bu, etibarlı və icazə verilmiş şəxslərin məkanlara girişini idarə edir və təhlükəsizliyi artırır.
- Kartlar və şəxsiyyət təsdiqləmə: Fiziki girişin nəzarəti, işə götürülmüş şəxslərin və ya işçi heyətin, öz kimlik kartları ilə şəxsiyyət təsdiqləmə sistemləri vasitəsilə məkanlara daxil olmasını təmin edir. Bu, yalnız icazə verilmiş şəxslərin məkanlara girişinə imkan yaradır.
- Parollar və biometrika: Parollar və ya biometrik məlumatlar kimi digər avtomatik şəxsiyyət təsdiqləmə metodları, fiziki girişin nəzarəti üçün istifadə olunur. Bu, girişlərin daha etibarlı və təhlükəsiz olmasını təmin edir.
- Hərəkət sensorları: Hərəkət sensorları, məkanlarda hərəkət edən insanların nəzarətini müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Bu, məkanların boş olduğu və ya təhlükəli tərəfdaşların məkanlara daxil olduğu hallarda siqnalizasiya sistemlərinin aktivləşdirilməsini həyata keçirir.

Sürətli Qorunma və Siqnalizasiya Sistemləri: Sürətli qorunma və siqnalizasiya sistemləri, tibbi İoT cihazlarının yerləşdiyi məkanlarda mümkün olan təhlükələrin tez fərq edilməsi və müdaxilə edilməsi üçün istifadə olunan təhlükəsizlik tədbirləridir. Bu sistemlər, müəyyən təhlükələrin müşahidə edilməsi və bu təhlükələrə cavab vermək üçün avtomatik tədbirlərin başladılması üçün avtomatik sensor və siqnallar istifadə edir. İşləmə prinsipi ilə, sürətli qorunma və siqnalizasiya sistemləri aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- Təhlükələrin tanınması: Siqnalizasiya sistemləri mümkün olan təhlükələri, məsələn, yanğın, hərəkətlilik və s. kimi təhlükələri tanımaq üçün müxtəlif sensorlar və detektorlar istifadə edir.
- Siqnalizasiyanın aktivləşdirilməsi: Bir təhlükə təxmin edildikdə, siqnalizasiya sistemləri avtomatik olaraq siqnalizasiyanı aktivləşdirir. Bu, səsle, işıqla və ya digər simvollarla insanları xəbərdar edir.
- İstiliklər: İstilik sensorları ilə əlaqələndirilmiş siqnalizasiya sistemləri, anormal temperatur dəyişikliklərini və yanğın təhlükəsini təxmin etmək üçün istifadə olunur. Bu, yanğın təhlükələrini daha tez fərq etməyə kömək edir.
- Təhlükəli zonalar: Siqnalizasiya sistemləri, mühafizə olunan əraziləri müəyyən zonalar üzrə təyin edir. Bu, təhlükələrin məkanın müxtəlif hissələrindən gəlməsi halında müdaxilə etmək üçün qabiliyyət yaradır.
- Xəbərdarlıq siqnalları: Siqnalizasiya sistemləri, bir təhlükəni aktivləşdirməkdən başqa, həmçinin siqnalizasiyanın hansı növ təhlükə olduğu və hansı zonada olduğu kimi əlavə məlumatlar da təqdim edir.
- Müdaxilə və təhlükələrin müdafiəsi: Sistem, təhlükəli bir durumda avtomatik müdaxilə edə bilər, məsələn, yanğınların söndürülməsi, təhlükəli ərazilərin bloklanması və s. kimi tədbirləri həyata keçirir.

2.2. Məlumat Təhlükəsizliyi.

İoT texnologiyaları ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində məlumat təhlükəsizliyi, bu sistemlərin effektiv işləməsi və istifadəçilərin məlumatlarının məxfiliyinin qorunması üçün vacib məsələlərdən biridir. Bu, müasir sağlamlıq sektorunda, İoT cihazları və sensorlarının tibbi məlumatların toplanması, işlənməsi və analizində kənardan bir rol oynadığı bir dövrdə, daha da əhəmiyyətli bir haldır.

İoT (İnternet of Things), cihazların, sensorların, maşınların və ya digər obyektlərin bir-biri ilə və ya internet ilə əlaqələndirilməsi və məlumatın ötürülməsi vasitəsi ilə

informasiya alış-verişi etməsinə imkan verən bir sistemdir. İoT texnologiyaları ilə əlaqələndirilmiş cihazlar və sistemlər, həyatımızın müxtəlif sahələrində məsələn, ev avtomatlaşdırması, sağlamlıq monitorinqi, sənaye avtomatlaşdırması, enerji idarəetməsi kimi bir çox sahədə istifadə olunur.

Bu texnologiyaların geniş yayılması ilə birlikdə, məlumat təhlükəsizliyi İoT sistemlərinin ən mühüm məsələlərindən biri halına gəlmişdir. İoT cihazları və sistemləri, gizli və hassas məlumatları işləyir və onları ötürür. Bu məlumatlar şəxsi məlumatlar, sağlamlıq məlumatları, iş məlumatları kimi ola bilər və bu məlumatların qorunması vacib məsələlərdən biridir. Məlumat təhlükəsizliyi, İoT texnologiyaları ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitorinq sistemlərində müxtəlif səviyyələrdə həyata keçirilir:

Şifrələnmə və Güclü İdarəetmə: İoT (İnternet of Things) cihazlarının, sensorların və sistemlərin məlumatların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün şifrələmə çox əhəmiyyətlidir. Şifrələmə, məlumatların göndərilməsi, alınması və saxlanması zamanı onları gizli və müdafiə olunmuş edir. İoT texnologiyalarında şifrələmə, məlumatların təhlükəsiz və məxfi bir şəkildə ötürülməsini və istifadə edilməsini təmin etmək üçün mütləqdir. İşin məntiqinə uyğun olaraq, İoT-da məlumat şifrələnməsi iki əsas mərhələdə tamamlanır: məlumatın ötürülməsi əməliyyatı zamanı və məlumatın saxlanması əməliyyatı zamanı.

Məlumatın Ötürülməsi Əməliyyatı:

- Şifrələmə: Məlumat, sensorlardan və ya cihazlardan toplandıqdan sonra, əvvəlcədən təyin olunmuş bir şifrələmə alqoritmi ilə şifrələnir.
- Göndərmə: Şifrələnmiş məlumat, şəbəkə vasitəsilə digər cihazlara və ya hədəf məlumat bazalarına göndərilir. Bu proses zamanı məlumat, təhlükəsiz bir şəkildə ötürüləcək şəkildə paketlənir.
- Qəbul: Məlumat, alıcı cihaz tərəfindən qəbul edilir və bu cihazda şifrə açılır. Yalnız doğru şifrə açıldıqda, məlumat açılaraq işlənir.

Məlumatın Saxlanması Əməliyyatı:

- Şifrələmə: Məlumat bazasına yazılmadan əvvəl, məlumat bir dəfə daha şifrələnir. Bu, məlumatın bazadakı saxlanılma vaxtında da təhlükəsiz olmasını təmin edir.
- Saxlanılma: Şifrələnmiş məlumat, məlumat bazasına yazılır. Bu mərhələdə, məlumatın fiziki olaraq saxlanması üçün də təhlükəsizlik tədbirləri əlavə olunur.
- Açılma: Məlumat bazasından məlumat oxunduğu zaman, onu açmaq üçün yenidən şifrə açılır. Yenidən şifrələmə prosesi təhlükəsizlik səviyyəsini artırır və məlumatın təhlükəsiz saxlanılmasını təmin edir.

2.3. İOT əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində təhlükələr.

İOT əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemlərində müxtəlif təhlükələr mövcuddur. Bu sistemlərdəki təhlükələr, cihazların və sistemlərin konfigurasiyasından, şəbəkə əlaqələrinə qədər bir çox sahəni əhatələndirir. Təcavüzkarlar İOT sistemlərinin düzgün işləməsinin qarşısını almaq üçün müxtəlif üsullardan istifadə edirlər. Aşağıda İOT sağlamlıq monitoring sistemlərində görülən əsas təhlükələrin bir qrupunu tapa bilərsiniz:

1.Denial-of-Service (DoS) və Distributed Denial-of-Service (DDoS) Hücumları: DoS və DDoS hücumları, sistemə çoxsaylı sorğular göndərərək serverləri və ya şəbəkə resurslarını bərpa etmək və sistemə girişi məhdudlaşdırmaq məqsədi güdən taktikaları bildirir. Bu, sağlamlıq monitoring sistemlərinin fəaliyyətini məhdudlaşdırmaq üçün tətbiq edilir. Məsələn, bu texnikadan istifadə etməklə təcavüzkarlar, sensor insanın kritik vəziyyətdə olduğunu (məsələn, infarkt) aşkar etdikdə sistemlərin xəbərdarlıq yaratmasının qarşısını alır (Gope P. (2019)).

2.Sinkhole Attacks: İOT əlaqəli sağlamlıq sistemlərində sinkhole hücumları, ciddi təhlükələr yarada bilən potensial bir məsələdir. Bu hücum növü, normal DNS trafik yollarını manipulyasiya etməklə, istifadəçiləri məqsədə uyğun olmayan və ya mənfi məqsədlər üçün təyin edilmiş saytlara yönləndirən DNS infrastrukturunu istifadə edir (Gope P. (2019)).

- **DNS Sinkhole:** Bu cür sinkhole hücumları, hücumçuların DNS serverlərini manipulyasiya etməklə internet istifadəçilərini müxtəlif saytlara yönləndirmək məqsədi ilə istifadə olunur. Hücumçular, istifadəçiləri əsas saytlardan uzaqlaşdırmaq və onları hücumla məruz qalan saytlara yönləndirmək üçün DNS sorğularını manipulyasiya edirlər.
- **Routing Sinkhole:** Bu sinkhole hücumunda, hücumçular internet istifadəçilərinin yollarını köçürmək üçün routerləri manipulyasiya edirlər. Bu, istifadəçilərin internetə girişini məhdudlaşdırmaq və ya onları hücumla məruz qalan saytlara yönləndirmək üçün istifadə olunur.

3. Jamming: Bu, simsiz rabitəyə müdaxilə üçün istifadə edilən səs-küy siqnalı nəticəsində İoT cihazları arasında rabitəni bloklayan simsiz spektri tutan təsnif edilmiş maşından maşına hücumdur (Zhang J.X., Hoshino K. (2019)).

4. Flooding: Flooding hücumları, İoT əlaqəli sağlamlıq sistemləri daxil olmaqla hər hansı bir şəbəkə infrastrukturunda ciddi bir təhlükələr yaradır. Bu hücum növü, sistemə çoxsaylı məlumat paketləri göndərilərək sistem resurslarının xeyli məhdudlaşdırılmasına və ya tamamilə məhdudlaşdırılmasına səbəb olur. Bu, normal işləyən istifadəçilərə və ya cihazlara xidmət göstərən infrastruktur üçün də böyük bir problem halına çevrilir. İoT əlaqəli sağlamlıq sistemlərində flooding hücumlarının formaları aşağıdakı kimidir (Zhang J.X., Hoshino K. (2019)):

HTTP Flooding: Bu, hədəf veb saytına çoxsaylı HTTP sorğularının göndərilməsi ilə baş verir. Bu, veb saytının serverləri üçün yüklənə bilər və normal istifadəçilərin veb saytına girişini məhdudlaşdırır.

UDP Flooding: Bu növ hücumda, hədəf serverin UDP (User Datagram Protocol) portlarına çoxsaylı məlumat paketləri göndərilir. Bu, serverin səmərəsiz fəaliyyət göstərməsinə səbəb olur və normal şəbəkə əlaqəsini məhdudlaşdırır.

SYN Flooding: SYN Flooding hücumunda, hücumçular TCP (Transmission Control Protocol) əlaqələrini başlatmaq üçün yalançı SYN (synchronization) mesajları göndərir və buna cavab olaraq server tərəfindən SYN-ACK mesajı göndərilir, ancaq hücumçular

cavabı göndərmədən qəti olaraq bağlanırlar, bu isə serverin bağlantılarının özünə qədər yığılmasına səbəb olur.

Flooding hücumlarına qarşı qorunmaq üçün bir neçə tədbir mövcuddur:

- Filtrasiya: Network trafik filtri tədbirləri ilə hücumların təhlükəsizlik divarları tərəfindən bloklanması.
- İdarəetmə: Serverin və ya routerin idarə olunması ilə hücumla məruz qalan cihazların izolasiyası.
- Qüvvətli serverlər: Daha güclü və dayanıqlı serverlərin istifadə edilməsi, beləliklə hücumların zərər verməsi minimuma endirilir.
- Cloud-Based qoruma: Bulud tərəfindən idarə olunan qoruma xidmətlərinin istifadə edilməsi, beləliklə şəbəkə əlaqələri hücumlardan müdafiə olunur.

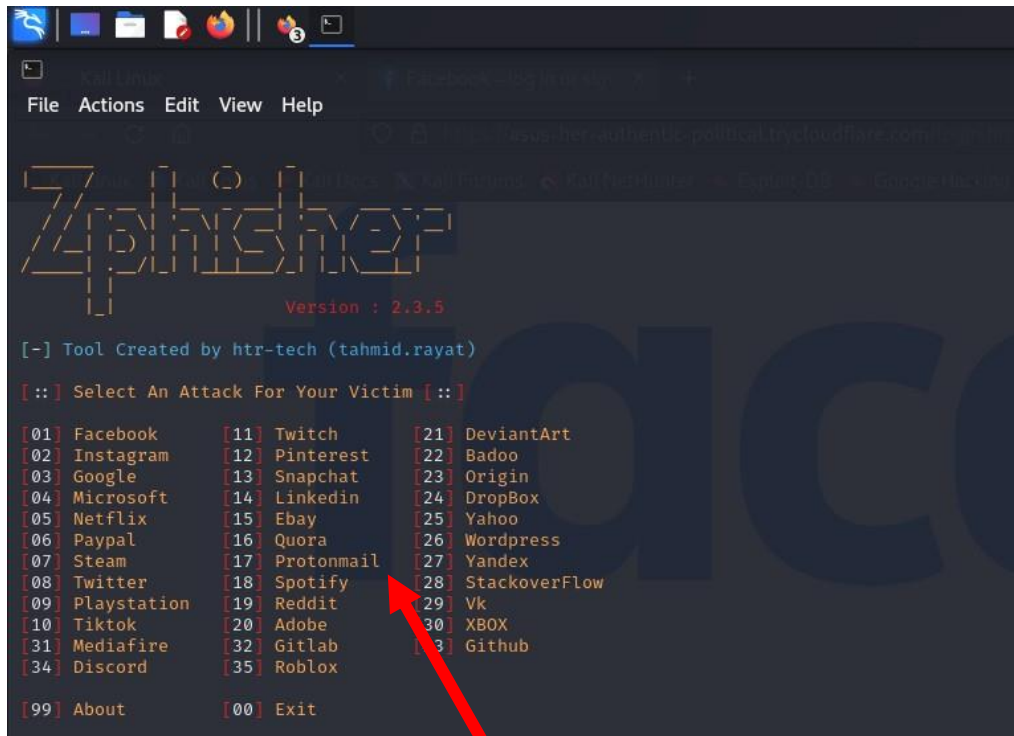
5. Fişinq: İOT əlaqəli sağlamlıq sistemlərində fişinq hücumları, istifadəçilərin və ya cihazların məxfiliyini və gizli məlumatlarını mənfəət üçün hədəfə qəbul edən qara şəbəkə taktikasındır. Bu növ hücumlar ümumiyyətlə etibarlı və məlumatlarını qoruyan şəxslər və ya cihazlar kimi təqdim edilən məktublar, e-poçtlar, mesajlar və ya digər əlaqə vasitələri vasitəsilə yerinə yetirilir. İOT əlaqəli sağlamlıq sistemlərində fişinq hücumlarının bir neçə forması vardır:

- E-poçt Fişinqi: Hücumçular, etibarlı görünən e-poçtlar göndərərək istifadəçiləri şəxsi məlumatlarını və ya gizli məlumatları daxil etməyə səsləyə bilirlər. Bu e-poçtlar, şirkət adlarını, loqolarını və ya işçilərin adlarını və titullarını təqdim edərək etibarlı olduğu göstərilir.
- Sosial Media Fişinqi: Hücumçular, sosial media platformalarında (məsələn, LinkedIn və ya Facebook kimi) fəaliyyət göstərərək məlumatları əldə etmək üçün istifadəçiləri aldada bilir. Onlar işçilərin iş təfərrüatlarını və ya şirkət məlumatlarını araşdıraraq hədəfləri üçün faydalı məlumatları əldə edə bilirlər.
- Web Sayt Fişinqi: Hücumçular, etibarlı bir şəxsi ya da məhsulu göstərən yalançı web saytları yaradaraq istifadəçiləri məlumatlarını daxil etməyə təşviq edirlər. Bu

web saytları, asanlıqla məşhur şirkətlərə, bankalara, elektronika şirkətlərinə və ya digər əhəmiyyətli mənbələrə bənzədə bilirlər.

- Telefon Fişinqi: Hücümçular, telefon zəngləri və ya mesajları vasitəsilə istifadəçilərlə əlaqə quraraq məlumatları əldə etməyə çalışa bilirlər. Onlar bank, sosial media, əlaqə məlumatları və ya iş təfərrüatları ilə bağlı məlumatları soruşaraq istifadəçiləri aldadırlar.

Fişinq hücumlarına qarşı müdafiə üçün, istifadəçilərə və işləyənlərə təhsil, məxfiliyə diqqət, və mümkün olan bütün şübhəli məktubları, e-poçtları və ya mesajları görməmək üçün vacib məsləhətlər verilməlidir. Həmçinin, spam filtrləri, anti-fişinq proqramlar və sistemlər təhlükəsizlik tədbirləri də fişinq hücumlarının qarşısını almaq üçün əlavə nəzərdən keçirilməlidir.



Şək.2.1. Bu bölmədə bizə, qarşı tərəfə hücum edəcəyimiz yönlər göstərilir.

```

Zphisher
Version : 2.3.5

[-] Tool Created by htr-tech (tahmid.rayat)

[::] Select An Attack For Your Victim [::]

[01] Facebook      [11] Twitch          [21] DeviantArt
[02] Instagram    [12] Pinterest       [22] Badoo
[03] Google        [13] Snapchat        [23] Origin
[04] Microsoft    [14] LinkedIn       [24] DropBox
[05] Netflix       [15] Ebay            [25] Yahoo
[06] Paypal        [16] Quora           [26] Wordpress
[07] Steam         [17] Protonmail     [27] Yandex
[08] Twitter       [18] Spotify         [28] StackoverFlow
[09] Playstation  [19] Reddit          [29] Vk
[10] Tiktok        [20] Adobe           [30] XBOX
[31] Mediafire     [32] Gitlab          [33] Github
[34] Discord       [35] Roblox

[99] About        [00] Exit

[-] Select an option : 03

```

Şək.2.2. Biz burada qarşı tərəfə hansı sosial şəbəkə (web brauzer, tətbiqdə ola bilər) vasitəli ilə hücum edəcəyimizi seçirik.

```

Zphisher
Version : 2.3.5

[-] Tool Created by htr-tech (tahmid.rayat)

[::] Select An Attack For Your Victim [::]

[01] Facebook      [11] Twitch          [21] DeviantArt
[02] Instagram    [12] Pinterest       [22] Badoo
[03] Google        [13] Snapchat        [23] Origin
[04] Microsoft    [14] LinkedIn       [24] DropBox
[05] Netflix       [15] Ebay            [25] Yahoo
[06] Paypal        [16] Quora           [26] Wordpress
[07] Steam         [17] Protonmail     [27] Yandex
[08] Twitter       [18] Spotify         [28] StackoverFlow
[09] Playstation  [19] Reddit          [29] Vk
[10] Tiktok        [20] Adobe           [30] XBOX
[31] Mediafire     [32] Gitlab          [33] Github
[34] Discord       [35] Roblox

[99] About        [00] Exit

[-] Select an option : 03

[01] Gmail Old Login Page
[02] Gmail New Login Page
[03] Advanced Voting Poll

[-] Select an option : 02

```

Şək.2.3. Qarşı tərəfin Google hesabına hücum edəcəyimiz üçün Zphisher bizə hücum üsulları təklif edir. (Biz buradan yeni Gmail login səhifə yaradaq hücum etmək üsulunu seçdik).

```
[01] Localhost
[02] Cloudflared [Auto Detects]
[03] LocalXpose [NEW! Max 15Min]

[-] Select a port forwarding service : 01
[?] Do You Want A Custom Port [y/N]: Y
[-] Enter Your Custom 4-digit Port [1024-9999] :
```

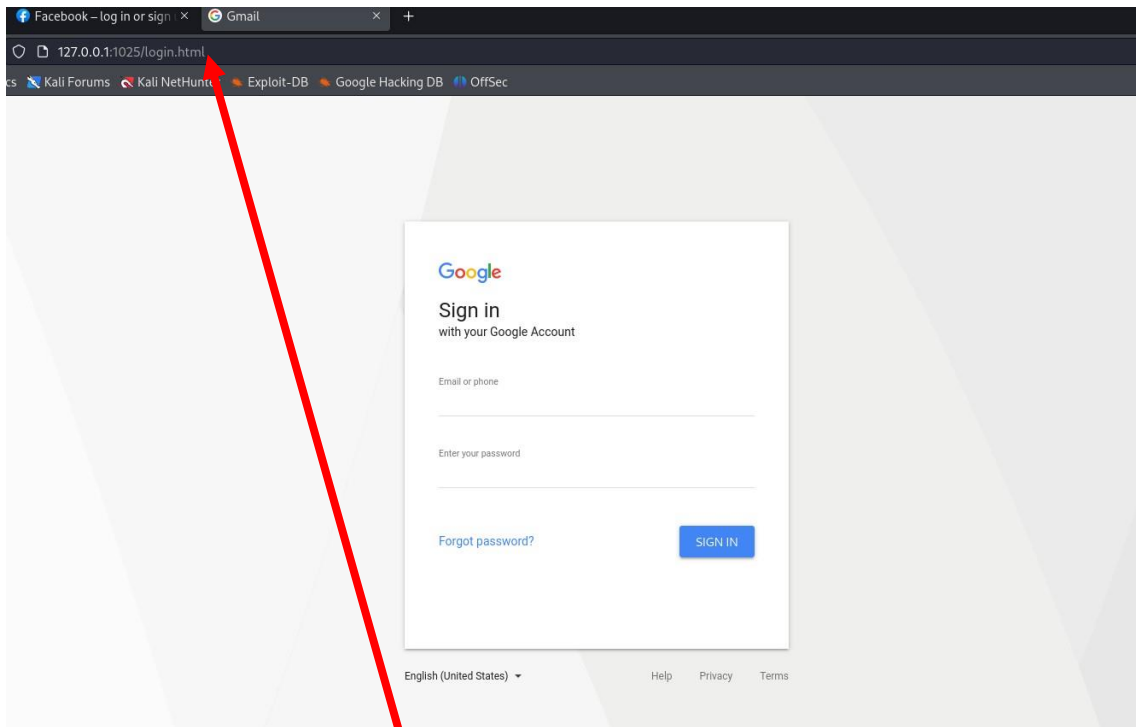
Custom Port
nömrəsi daxil
edirik.

Biz buradan port
yönləndirmə
xidmətini seçirik.

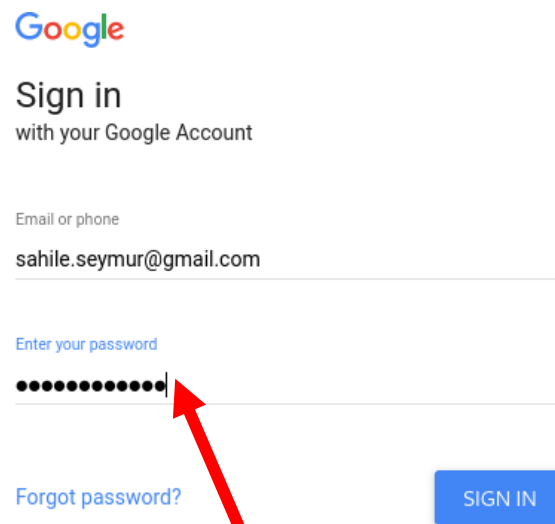
Şək.2.4.

```
[-] Successfully Hosted at : http://127.0.0.1:1025
[-] Waiting for Login Info, Ctrl + C to exit ...
```

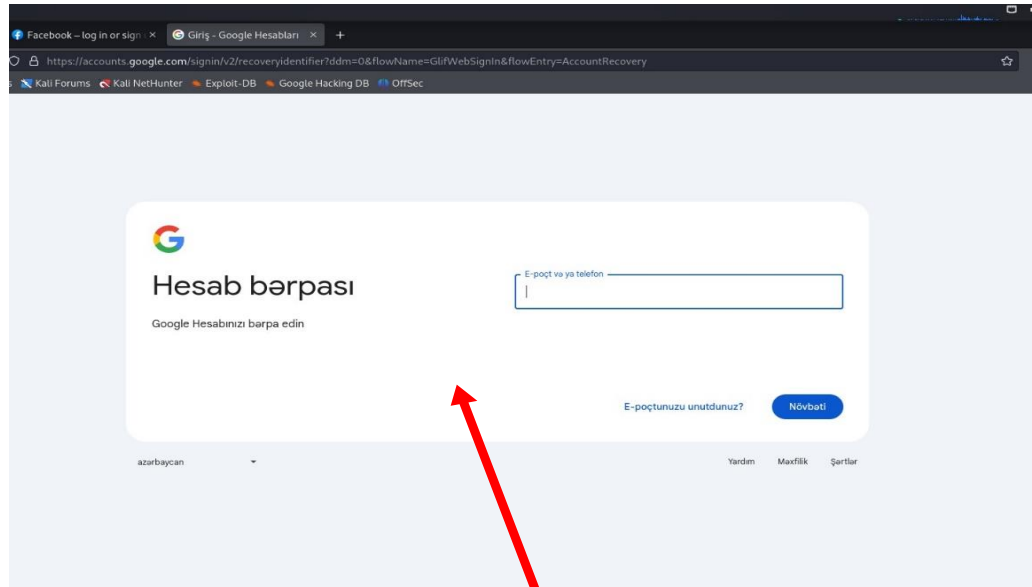
Şək.2.5. Seçdiyimiz
Custom Porta uyğun
olaraq bizə bir uğurlu host
təqdim edir.



Şək.2.6. Hücüm edəcəyimiz şəxs bu linkə daxil olduğu zaman beləbir saxta səhifə ilə qarşılacaq.



Şək.2.7. Sonra isə buraya şəxsi məlumatlarını daxil edir.



Şək.2.8. İstifadəçi Login və parolunu daxil etdikdən sonra avtomatik olaraq saxta bir hesab bərpası pəncərəsinə göndərilərək şübhəni aradan qaldırmağa çalışırıq.

```
[~] Successfully Hosted at : http://127.0.0.1:1025
[~] Waiting for Login Info, Ctrl + C to exit ...
[~] Victim IP Found !
127.0.0.1's IP : 127.0.0.1
[~] Saved in : auth/ip.txt
[~] Login info Found !!
[~] Account : sahile.seymur@gmail.com
[~] Password : sahileseymur
[~] Saved in : auth/usernames.dat
```

Şək.2.9. Biz isə Zphisher tool vasitəsilə həmin şəxsin daxil etdiyi məlumatları görə bilirik.

2.4 İoT əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində təhlükələrə qarşı tədbirlər

Firewall sistemləri. İoT əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemlərində firewallun rolu əsasən şəbəkə təhlükəsizliyini təmin etmək və yarana biləcək potensial təhlükələri qarşılamaqdır. Buna görə də firewallun bəzi əsas xüsusiyyətləri aşağıdakı kimidir:

- Əlaqələrin monitoringi və nəzarəti: İoT əlaqəli cihazlar geniş şəbəkələrə qoşulduğundan, firewall bu cihazlar arasında olan əlaqələrə nəzarət etmək və monitoring etmək üçün əhəmiyyətli bir rol oynayır. Bu, icazə verilmiş cihazlar və icazə verilməmiş girişlər arasında müqayisə aparmağı və icazə verilməmiş girişləri bloklamağı üzrə funksionallığı təmin edir.
- Təhlükəli trafikə tanınması və bloklanması: Firewall, potensial təhlükəli trafikə tanımaq və bloklamaq üçün quraşdırıla bilən qayda və filtrlərlə təmin edir. Bu, potensial hücumların qarşısını almaq, girişləri təhlükəli siyahıya alaraq cihazları müdafiə etmək üçün əhəmiyyətli olan bir mexanizmdir.
- Giriş nəzarəti və monitoring: Firewall, İoT cihazlarından gələn girişləri monitoring edir və istifadəçilərin və ya cihazların hərəkətlərini analiz edir. Bu, normal fəaliyyətə uyğun olmayan girişləri və ya potensial hücumları tanımağa kömək edir və dərhal müdaxilə etmək üçün təhlükəsizlik komandalarına məlumat göndərir.
- Qoşulmuş cihazların idarə edilməsi: Firewall, qoşulmuş İoT cihazlarının idarə olunmasına kömək edir. Bu, cihazların müvafiq təhlükəsizlik standartlarına uyğunluğunu yoxlamaq, standartlara uyğun təhlükəsizlik üsullarını tətbiq etmək və cihazların təhlükəsizlik parameterlərini tənzimləmək üçün əhəmiyyətli bir üsuldür.

Təhlükəsizlik məsələsində VPN-lərin rolu.

İoT əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemlərində VPN-lər, məlumatların təhlükəsiz və şifrələnmiş şəkildə ötürülməsini təmin edir, uzaqdan girişləri qoruyur və məlumatların tamlığını və məxfiliyini qorumaq üçün vacib bir vasitə rolunu oynayır. Bu, sistemin ümumi təhlükəsizliyini artırır və məlumatların təhlükəsiz şəkildə idarə olunmasını təmin edir.

- Məlumatların şifrələnməsi: VPN-lər, məlumatların şifrələnməsi vasitəsilə cihazlar arasında göndərilən məlumatların təhlükəsizliyini təmin edir. Bu, məlumatların səlahiyyətsiz şəxslər tərəfindən əldə edilməsinin qarşısını alır və məlumatların gizliliyini qoruyur.
- Təhlükəsiz şəbəkə əlaqəsi: VPN-lər, uzaqdakı cihazlar və mərkəzi serverlər arasında təhlükəsiz şəbəkə əlaqəsi təmin edir. Bu, məlumatların internet üzərindən təhlükəsiz şəkildə ötürülməsini və əldə edilməsini təmin edir.
- Məlumatın tamlığı və inteqrasiyası: VPN-lər, məlumatların dəyişdirilmədən və ya müdaxilə edilmədən ötürülməsini təmin edir. Bu, məlumatların bütövlüyünü və düzgünlüyünü qoruyur.
- Uzaqdan giriş təhlükəsizliyi: VPN-lər, uzaqdakı istifadəçilərin və cihazların mərkəzi sistemlərə təhlükəsiz bir şəkildə qoşulmasına imkan verir. Bu, səhiyyə işçilərinin və ya xəstələrin uzaqdan sağlamlıq məlumatlarına təhlükəsiz şəkildə daxil olmalarını təmin edir.
- Coğrafi məhdudiyyətlərin aşılması: VPN-lər, istifadəçilərə coğrafi məhdudiyyətləri aşaraq məlumatlara daxil olmağa imkan verir. Bu, xüsusilə başqa ölkələrdə yerləşən cihazlar və istifadəçilər arasında məlumat paylaşımı üçün əhəmiyyətlidir.
- Təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi: VPN-lər, məlumatların ötürülməsi zamanı əlavə təhlükəsizlik qatı ilə təmin edir. Bu, İoT cihazları və mərkəzi serverlər arasında əlavə bir müdafiə xətti yaradır.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ nmap --help
Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org )
Usage: nmap [Scan Type(s)] [Options] {target specification}
TARGET SPECIFICATION:
  Can pass hostnames, IP addresses, networks, etc.
  Ex: scanme.nmap.org, microsoft.com/24, 192.168.0.1; 10.0.0-255.1-254
  -iL <inputfilename> Input from list of hosts/networks
  -iR <num hosts>: Choose random targets
  --exclude <host1[,host2][,host3],...>: Exclude hosts/networks
  --excludefile <excludefile>: Exclude list from file
HOST DISCOVERY:
  -sL: List Scan - simply list targets to scan
  -sn: Ping Scan - disable port scan
  -Pn: Treat all hosts as online -- skip host discovery
  -PS/PA/PU/PY[portlist]: TCP SYN/ACK, UDP or SCTP discovery to given ports
  -PE/PP/PM: ICMP echo, timestamp, and netmask request discovery probes
  -PO[protocol list]: IP Protocol Ping
  -n/-R: Never do DNS resolution/Always resolve [default: sometimes]
  --dns-servers <serv1[,serv2],...>: Specify custom DNS servers
  --system-dns: Use OS's DNS resolver
  --traceroute: Trace hop path to each host
SCAN TECHNIQUES:
  -sS/sT/sA/sW/sM: TCP SYN/Connect()/ACK/Window/Maimon scans
  -sU: UDP Scan
  -sN/sF/sX: TCP Null, FIN, and Xmas scans
  --scanflags <flags>: Customize TCP scan flags
  -sI <zombie host[:probeport]>: Idle scan
  -sY/sZ: SCTP INIT/COOKIE-ECHO scans
  -sO: IP protocol scan
  -b <FTP relay host>: FTP bounce scan
PORT SPECIFICATION AND SCAN ORDER:
  -p <port ranges>: Only scan specified ports
  Ex: -p22; -p1-65535; -p U:53,111,137,T:21-25,80,139,8080,S:9
  --exclude-ports <port ranges>: Exclude the specified ports from scanning
  -F: Fast mode - Scan fewer ports than the default scan
  -r: Scan ports sequentially - don't randomize
  --top-ports <number>: Scan <number> most common ports
  --port-ratio <ratio>: Scan ports more common than <ratio>
SERVICE/VERSION DETECTION:
  -sV: Probe open ports to determine service/version info
  --version-intensity <level>: Set from 0 (light) to 9 (try all probes)
  --version-light: Limit to most likely probes (intensity 2)
  --version-all: Try every single probe (intensity 9)
  --version-trace: Show detailed version scan activity (for debugging)
```

Command **Nmap -help**

Şək.2.10. Bu əmr vasitəsilə biz nmap-də bizə lazım olan bütün parametrləri görə bilirik.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ nmap medicine.com
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2024-05-18 04:30 EDT
Nmap scan report for medicine.com (2.20.134.209)
Host is up (0.048s latency).
Other addresses for medicine.com (not scanned): 2.20.134.185 2a02:26f0:fa00::213:c140 2a02:26f0:fa00::213:c108
RDNS record for 2.20.134.209: a2-20-134-209.deploy.static.akamaitechnologies.com
Not shown: 998 filtered tcp ports (no-response)
PORT      STATE SERVICE
80/tcp    open  http
443/tcp   open  https
```

Command **Nmap + IP Address**

Şək.2.11. Bu əmr vasitəsilə biz medicine.com saytının açıq və qapalı portlarının sayı, bu portların hansılar olduğu haqqında məlumat əldə edirik.


```
(kali@kali)-[~]
└─$ nslookup medicine.com
Server:          192.168.1.254
Address:         192.168.1.254#53

Non-authoritative answer:
Name:   medicine.com
Address: 2.19.193.8
Name:   medicine.com
Address: 2.19.193.64
Name:   medicine.com
Address: 2a02:26f0:fa00::213:c140
Name:   medicine.com
Address: 2a02:26f0:fa00::213:c108
```

Command - **Nslookup**

Şək.2.12. Biz bu əmr ilə **medicine.com** haqqında bəzi məlumatları əldə edirik.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ nmap -p80-85 medicine.com
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2024-05-18 06:02 EDT
Nmap scan report for medicine.com (2.20.134.185)
Host is up (0.042s latency).
Other addresses for medicine.com (not scanned): 2.20.134.209 2a02:26f0:fa00::213:c140 2a02:26f0:fa00::213:c108
rdNS record for 2.20.134.185: a2-20-134-185.deploy.static.akamaitechnologies.com

PORT      STATE      SERVICE
80/tcp    open      http
81/tcp    filtered  hosts2-ns
82/tcp    filtered  xfer
83/tcp    filtered  mit-ml-dev
84/tcp    filtered  ctf
85/tcp    filtered  mit-ml-dev

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 11.76 seconds
```

Command **Nmap -p80-85**

Şək.2.13. Bu əmr vasitəsilə biz **medicine.com** saytının 80-85 ci portlarının açıq olub olmadığı haqqında məlumat əldə etdik.

Qeyd: Open – Bu vəziyyət bizə həmin portun açıq olduğunu və bu portun arxasındakı servis xidmətinin bizə cavab verdiyini bildirən haldır. (HTTP servis xidməti bizə cavab verdiyi üçün **open** olaraq göstərilir)

Filtered – Bu vəziyyət bizə həmin portun açıq olub olmadığı haqqında məlumat verə bilməməsidir. Bunun səbəbi isə paketlərin firewall tərəfindən tərəfindən bloklanmış olmasıdır.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ nmap medicine.com -top-ports 10
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2024-05-18 06:16 EDT
Nmap scan report for medicine.com (2.20.134.185)
Host is up (0.040s latency).
Other addresses for medicine.com (not scanned): 2.20.134.209 2a02:26f0:fa00::213:c108 2a02:26f0:fa00::213:c140
rDNS record for 2.20.134.185: a2-20-134-185.deploy.static.akamaitechnologies.com

PORT      STATE      SERVICE
21/tcp    filtered  ftp
22/tcp    filtered  ssh
23/tcp    filtered  telnet
25/tcp    filtered  smtp
80/tcp    open      http
110/tcp   filtered  pop3
139/tcp   filtered  netbios-ssn
443/tcp   open      https
445/tcp   filtered  microsoft-ds
3389/tcp  filtered  ms-wbt-server
```

Command **-top-ports 10**

Şək.2.14. Bu əmr vasitəsilə medicine.com saytında ən çox istifadə olunan 10 portun siyahısını təqdim edirik.

2.5 İot əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində bulud texnologiyasının rolu.

İoT (Internet of Things) əlaqəli sağlamlıq monitoring sistemində bulud texnologiyasının əsas rolu, məlumatların mərkəzi olaraq saxlanması, emal edilməsi, analiz edilməsi və idarə olunması üçün mühüm bir infrastruktur təmin etməkdir. Bulud texnologiyasının bu sistemdə bir çox əhəmiyyətli rolu mövcuddur:

Məlumat Yerləşdirmə və Saxlama: Bulud texnologiyası, cihazlar və sensorlardan gələn məlumatların mərkəzi olaraq saxlanılmasını təmin edir. Bu, məlumatların faydalı və müəyyən bir sıxılmış formada saxlanılmasını və daha sonra emal olunması üçün imkan yaradır.

Məlumat Emalı və Paylaşımı: Bulud, cihazlardan gələn məlumatların emal edilməsini və istəyə bağlı olaraq digər sistemlərlə paylaşılmasını təmin edir. Bu, monitoring məlumatlarının digər cihazlar, proqramlar və endirimlərlə əlaqədə olan başqa tətbiqlərlə birləşdirilməsinə imkan verir.

Məlumat Analizi və İdarə: Bulud texnologiyası, cihazlardan gələn məlumatların analiz edilməsi və uyğun qərarların qəbul olunmasını təmin edir. Bu, məlumatların statistik analizinin aparılmasını, anormallıqların aşkarlanmasını və təhlükəsizlik tədbirlərinin müəyyən edilməsini dəstəkləyir.

Miqyaslılıq: Bulud, sistemin həcmi artdıqca və ya azaldıqca sürətli bir şəkildə genişləndirilə bilən və qısaldıla bilən bir infrastruktur təmin edir. Bu, İoT sistemlərinin dəyişkən tələblərinə cavab verə biləcək bir qapalılıq və elastiklik təmin edir.

Əlverişli Maliyyə: Bulud texnologiyasının istifadəsi, infrastruktur təhlükəsizliyinə və serverlərin idarə olunmasına investisiyanın azalmasına imkan verir. Bu, İoT sistemlərinin maliyyəvi olaraq daha sərfəli və daha effektiv olmasını təmin edir.

Yüksək İşləmə Sürəti: Bulud servisləri, yüksək performans və işləmə sürəti təmin edir, buna görə də cihazlardan gələn məlumatların effektiv bir şəkildə işləmə bilinməsini və real-vaxt monitorinqini təmin edir.

Təhlükəsizlik: Bulud texnologiyası məlumatların təhlükəsiz bir şəkildə saxlanılmasını və emal olunmasını təmin etmək üçün məhdudiyyətlər, şifrələmə və digər təhlükəsizlik tədbirlərini təqdim edir.

Bu münasibətlər, bulud texnologiyasının İoT əlaqəli sağlamlıq monitorinq sistemində məlumatların effektiv bir şəkildə idarə olunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün əhəmiyyətli rolu olduğunu göstərir. Bu, sistemə məlumatların toplanması, işlənməsi, analiz edilməsi və monitorinqi üçün geniş funksional təklif edir və təhlükəsizlik məsələlərini dəstəkləyir.

III FƏSİL. İOT TEXNOLOGİYASI VASİTƏSİLƏ ƏLDƏ EDİLMİŞ TİBBİ MƏLUMATLARIN TƏHLİLİ

3.1. İoT vasitəsilə əldə edilən tibbi verilənlərin təhlilinin məqsədi.

İoT vasitəsilə əldə edilən tibbi məlumatların təhlilinin əsas məqsədi, toplanan böyük həcmli məlumatları anlamaq və onları faydalı məlumatlara çevirməkdir. Bu təhlil, sağlamlıq monitorinq sistemlərindən əldə edilən verilənlərin daha dəqiq şəkildə işlənərək, sağlamlıq üçün yararlı verilənlərə çevrilməsini təmin edir. Verilənlər analitikası vasitəsilə müxtəlif İoT əsaslı cihazlar pasiyentlərin sağlamlıq göstəricilərinə avtomatik nəzarət edə və müşahidə olunan vəziyyəti həkimlərə və ailə üzvlərinə göndərə bilər. Təhlil prosesi, verilənləri anlaşılıq formatlara və tipə uyğun olaraq qaydaya salmağı, bundan sonra isə analiz etməyi və verilənlərin məqsədə uyğun şəkildə istifadəsini özündə birləşdirir. İoT sistemləri insan sağlamlığını monitorinq etmək üçün bir sıra datalar əldə etmək imkanına malikdir, məsələn, təzyiq, nəbz, şəkər səviyyəsi, otaq temperaturu və s. Əldə edilən bu məlumatlar müxtəlif zaman qrafiklərində müxtəlif nəticələr verə bilər və bunları düzgün şəkildə analiz etmək, pasiyentin sağlamlığı üçün vacib bir məsələdir. Məsələn, bir pasiyentə məxsus bir neçə ay ərzindəki təzyiq dəyərləri hər hansı bir səbəbə görə dəyişir. Bu dəyişikliklərin aşkar edilməsi, təhlil edilməsi və nəticələri başa düşmək, sağlamlıq monitorinq sistemlərinin başlıca məsələsidir. Verilənlərin təhlili zamanı bu sistemlərdən əldə olunan məlumatlar normallaşdırma, dəyişdirmə kimi üsullardan istifadə edilərək yararlı vəziyyətə gətirilir. Təhlil olunmuş məlumatlar sonradan sağlamlıq işçiləri tərəfindən istifadə edilir. Onlar bu verilənlər vasitəsilə effektiv müalicə planları hazırlayır, erkən müdaxilə edir və diaqnozlar qoyurlar. Xüsusi tədqiqatlar üçün də təhlil olunmuş verilənlərdən istifadə olunur, ona görə ki bu verilənlər yeni tibbi nəzəriyyələrin inkişaf etməsinə şərait yaradır. İoT-də data analitikası, resurs bölgüsünü optimallaşdırır və gecikmə zamanını azaldır ki, bu da səhiyyə işçilərinə əməliyyat sürətinin əhəmiyyətli dərəcədə artırılmasında kömək edir. Bu sistemlərdən toplanan məlumatlar maşın öyrənmə, big data təhlili və digər data analizi üsullarının tətbiqi ilə daha effektiv nəticələr

verə bilər. Özünü idarəetmə və proqnozlaşdırma funksiyaları da bu sistemlərdə tətbiq olunur .

İoT vasitəsilə toplanan məlumatların təhlilinin məqsədini ümumiləşdirsək aşağıdakı nəticələri alırıq:

1. Sağlamlıq vəziyyətinin qiymətləndirilməsi.
2. Risk faktorlarının müəyyənləşdirilməsi.
3. Diaqnoz və müalicə üçün qərarların dəstəklənməsi.
4. Gələcəkdə baş verə biləcək risklər haqqında əvvəlcədən məlumat almaq.

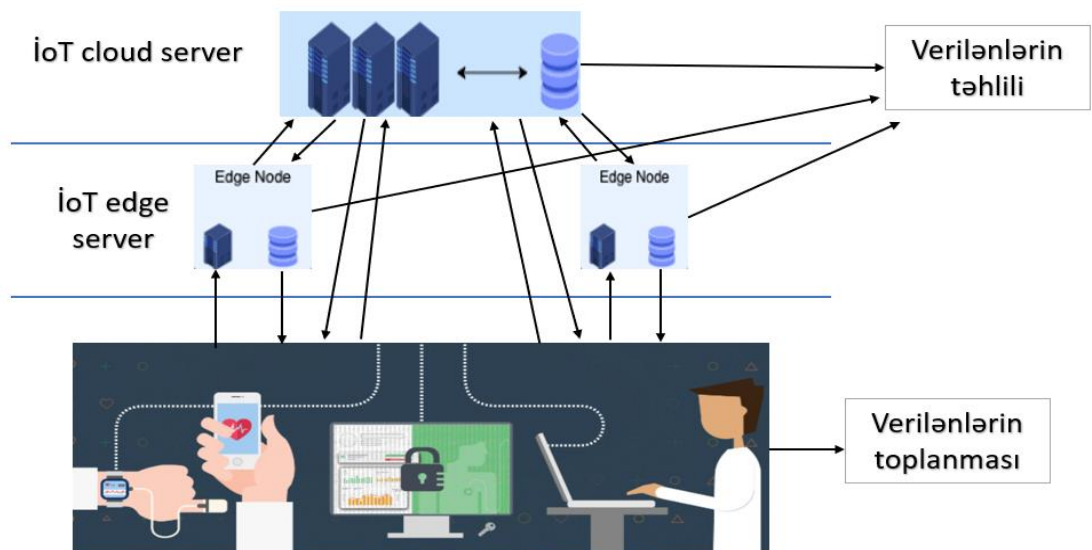
3.2. İoT vasitəsilə əldə edilən tibbi verilənlərin təhlilində müasir texnologiya və metodlardan istifadə.

İoT-də relyasiyalı verilənlər bazasından istifadə olunması böyük problemlərə yol açır:

1. İoT cihazları vasitəsilə əldə edilən verilənlər böyük olduğu üçün RDMS-lər problemlə qarşılaşır. Böyük həcmli verilənlər bu sistemlərin emal gücünü aşağı salır və performans problemləri yaranır.
2. Real vaxt rejimində emal üçün RDMS-lər optimal deyil.
3. İoT-dan gələn məlumatlar strukturlaşdırılmamış və ya yarı strukturlaşdırılmış ola bilər. RDMS isə strukturlaşdırılmış verilənlər üçün nəzərdə tutulmuşdur.
4. İoT mühitində məlumatlar fərqli mənbələrdən əldə olunur. Bu zaman məlumat inteqrasiyası həyata keçirilməlidir. RDMS müxtəlif mənbələrdən əldə edilən məlumatların birləşdirilməsi üçün əlverişsizdir.
5. RDMS-də böyük verilənlər üçün sorğu həyata keçirilməsi gecikmələr yaradır.
6. RDMS-lərin məxfilik və təhlükəsizlik şərtlərinə cavab verməsi çətinidir.
7. Verilənlərin əlçatan olması üçün İoT tətbiqləri fasiləsiz işləyir. RDMS-lər isə fasiləsiz iş rejimində çətinliklə qarşılaşır.
8. Shema dəyişiklikləri etmək RDMS-də vaxt alır. İoT mühitində isə verilənlərin strukturu və tərkibi dəyişkəndir.

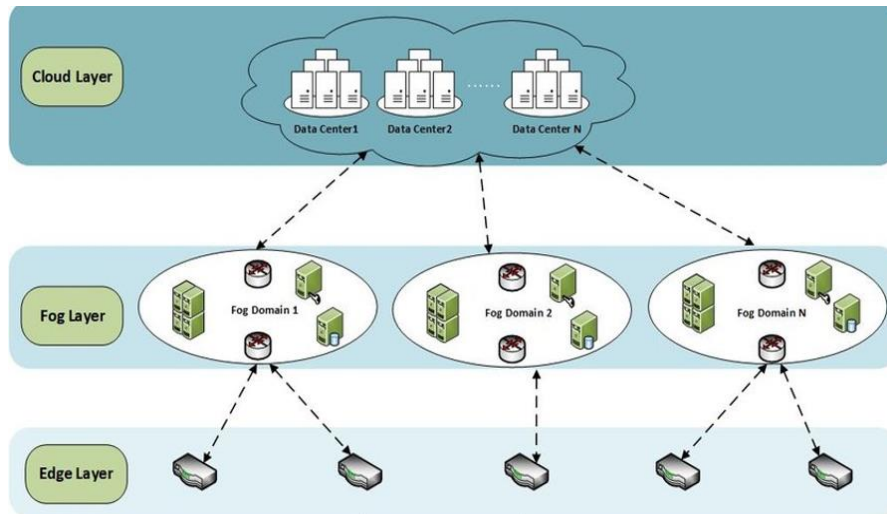
İoT vasitəsilə əldə olunan məlumatların toplanılması, saxlanması və təhlili müasir texnologiyalarla birlikdə tətbiq olunduğu zaman effektiv nəticələr alınır.

Edge hesablama - Edge hesablamaları, yalnız mərkəzləşdirilmiş bulud infrastrukturuna güvənməkdənsə, məlumatları mənbəyə daha yaxından emal etməyə və təhlil etməyə imkan verir (Amrit B.P. (2023)). Edge hesablama yerli məlumatların emalına və cihaz səviyyəsində inteqrasiyaya, daha sürətli məlumat əldə etməyə və şəbəkə resurslarından daha səmərəli istifadə etməyə imkan verir. Edge hesablaması İoT vasitəsilə toplanan datanın mənbəyə yaxın yerləşdirilərək emal edir. Bu hesablama sistemi şəbəkə resurslarından səmərəli istifadəyə, məlumatların sürətli əldə edilməsinə və gecikməni azaldır. Ənənəvi qaydada İoT cihazları məlumatları toplayıb bulud serverlərinə ötürəcək. Bu isə kritik qərarlar zamanı gecikmələrə səbəb olur. Kənar hesablamalar verilənlərin bulud serveri və cihazlar arasında hərəkəti üçün lazım olan zamanı minimuma endirir. Verilənlərin həcmi böyük olduğu üçün bulud hesablamalarda işlənməmiş məlumatların təhlili əlavə xərclərə səbəb olur. Verilənlərin təhlili prosesində vaxta və xərclərə qənaət etmək üçün bulud və kənar hesablama serverlərinin birlikdə istifadəsi daha səmərəlidir. Bu zaman məhdud hesablama problemlərinə görə verilənlərin ilk emalı edge hesablama sistemlərində aparılır və daha sonra nəticələr hərtərəfli təhlil üçün bulud serverinə göndərilir.



Şək 3.1. İoT data təhlilinin arxitekturası

Vaxta həssas olan tətbiqlərdə bu sistem əhəmiyyətli dərəcədə üstünlük əldə etməyə imkan verir. İoT ilə təchiz edilmiş sağlamlıq monitoring sistemlərində kənar hesablamaların tətbiqi məlumat gizliliyini və bütövlüyünü gücləndirir. Oflayn mühitdə də işləməsi şəbəkədə baş vermiş nasazlıqlar zamanı belə məlumatların əldə edilməsinə şərait yaradır. Duman hesablamaları isə məlumatların işlənməsini bir çox təbəqəyə paylayır. Artan miqyaslılıq və həssaslıq üçün kənar cihazları və şüzləri birləşdirərək duman hesablamaları emal sahəsini genişləndirir. Duman hesablamalarla İoT cihazlarına bulud xidmətləri təklif olunur. Duman hesablama sistemi bulud və kənar hesablamalar arasında yerləşir. Kənar hesablamada olan məlumatlar bulud serverə göndərilməzdən əvvəl duman qovşağına daxil olur və əvvəlcədən təyin olunan bir sıra parametrlərlə təhlil edilir. Duman hesablamaların xərcləri kənar hesablama ilə müqayisədə yüksəkdir.



Şək 3.2. İoT data təhlilində fog computing tətbiqi

Süni intellekt və maşın öyrənməsi inteqrasiyası- Bu əldə edilmiş məlumatları daha dəqiq təhlil etməyə və vizuallaşdırmağa imkan verdiyi üçün çox əhəmiyyətli inteqrasiyadır. Çox sayda sensorlardan gələn verilənlər müxtəlif aloqirtmlər və modellər vasitəsilə təhlil edilir və geniş məlumatlar toplusundan yığcam və faydalı məlumatlar əldə olunur. Bu texnologiyalar vasitəsilə işlənmiş verilənlər daha sonra proqnozlaşdırma, müdaxilə və diaqnoz üçün istifadə olunur (Azadeh.Z. (2021)).

İoT sensorlarından əldə olunan məlumatların süni intellekt və maşın öyrənməsi ilə inteqrasiyasının nəticəsində aşağıdakı nəticələr əldə edilir:

1. Məlumat analizi: Süni intellekt və maşın öyrənmə alqoritmləri sensorlar və digər İoT cihazlarından əldə edilən məlumatları təhlil edib xəstəlikləri və xəstəlik risklərini müəyyən edə bilər. Bu da pasientin sağlamlıq məlumatlarının daha dolğun və dəqiq qiymətləndirilməsini təmin edir.
2. Proqnozlaşdırma: Süni intellekt modelləri sağlamlıq monitoring sistemlərindən əldə olunan məlumatlardan istifadə edib risklər və xəstəliyin gələcək proqnozunu verə bilər. Proqnozlaşdırma vasitəsilə uyğun müalicə metodları tətbiq olunur.
3. Rəy mexanizmləri: Cihazların performansını qiymətləndirmək üçün rəy mexanizmləri istifadə olunur. Bu sayədə sistemlərin daha effektiv fəalliyət göstərilməsinə kömək edilir.
4. Növbəti addımın təyin edilməsi: Məlumatlar maşın öyrənmə alqoritmləri vasitəsilə təhlil edilir və növbəti addımlar müəyyən edilir. Gələcək addımların müəyyənləşdirilməsi müvafiq müalicə planının necə təsir edəcəyini bilməkdə köməkçi olur və baş verə biləcək risklər azaldır.
5. Fərdi sağlamlıq tənzimlənməsi: AI və ML hər bir pasiyentin sağlamlıq məlumatları əsasında ayrıca proqnozlar və təkliflər verir.
6. Nəzarət və məlumat təhlükəsizliyi: Süni intellekt metodları sağlamlıq monitoring sistemlərində nəzarət və təhlükəsizliyin effektivliyini artırmaq üçün də istifadə edilir. Bu, verilənlərin məxfiliyinin və etibarlılığının təmin edilməsində böyük əhəmiyyət daşıyır.

Süni intellekt və maşın öyrənmənin əşyaların internetinə inteqrasiyası ilə məlumatların dəyəri yüksəlir.

Blokçeyn inteqrasiyası - bu inteqrasiya verilənlərin təhlükəsiz və dəyişdirilməmiş, şəffaf şəkildə saxlanılmasına kömək edir. Blokçeyn texnologiyası verilənlərin manipulyasiyasının və itirilməsinin qarşısını alır.

İoT və big data təhlili anlayışları birgə istifadə edildiyi zaman daha çox verilənlərin toplanması və analiz edilməsi mümkündür. Big data təhlili vasitəsilə İoT tətbiqlərindən əldə edilmiş verilənlər dəyərli verilənlərə çevrilir. Bu iki texnologiyanın birləşməsi zamanı xərclər azalır, daha yaxşı qərarlar alınır və rəqabətdə üstünlük əldə olunur. Əldə edilmiş verilənlər səs-küydən təmizlənir və bu verilənləri hazır vəziyyətə gətirmək üçün lazım olan dəyişikliklər edilir. Xüsusiyyətlərin seçilməsi prosesi ilə yalnız təhlil üçün lazım olan verilənlərdən istifadə edilir. Böyük verilənlərin əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

Həcmi - Böyük verilənlər özlərində adətən strukturlaşdırılmamış və xaotik məlumatları ehtiva edirlər. Bu məlumatların istifadəyə yararlı olması üçün onların çeşidlənməsi və idarə edilməsi məsələləri müəyyənləşdirilməlidir. Məlumatların həcmnin böyük olması onların təhlilini əngəlləyə biləcək əsas amillərdən biridir. Ənənəvi verilənlərin analizindən fərqli olaraq, İoT sistemlərində darboğaz yarada biləcək önəmli məqam cihazların özündə yaranan nasazlıqlar deyil. Bu məqamlar məlumatların saxlanması, analiz edilməsi və ötürülməsi ilə əlaqəli çatışmazlıqlardır. İoT ilə böyük miqdarda verilənləri toplamaq mümkün olsa da, toplanmış bu verilənləri daha üst təbəqələrə göndərmək lazım olduğu zaman darboğazlar yarana bilər.

Sürət - İoT ilə toplanan məlumatların nəinki həcmi böyükdür, həmçinin məlumatlar sürətli olaraq daxil olunur. Məlumatların böyük sürətlə yaradılması zamanı təşkilatlar, xüsusilə real vaxt verilənlərinin əldə edilməsi üçün, həll yollarını tapmalıdırlar. Sürət cəhətdən, real vaxt məlumatları olan İoT verilənləri təhlil edilmək və az bir müddətdə cavablamaq üçün həddindən artıq böyük məlumatla qarşılaşır. Bu zaman, hər bir məlumatı təhlil etmək yerinə, ancaq həqiqətən analiz edilməsi vacib olan hissələri təyin etmək və onları seçmək lazımdır.

Müxtəliflik - Big datanın format baxımından olduqca müxtəliflikləri var. Bu verilənlər rəqəmsal məlumat, video, mətn və ya audio məlumatı özündə ehtiva edə bilər. Təşkilatın verilənləri bir çox müxtəlif mənbələrdən - müştəri rəyləri, müəssisə cihazları və İoT sensorlarından əldə edilə bilər. Bu isə analizdə çətinliklər yaradır. Müxtəliflik nöqtəyi

nəzərindən, eyni tipli olmayan verilənlər və ya çatışmayan verilənləri ehtiva edən bölmələrlə bağlı ilkin analiz mərhələsində giriş verilənlərinin təmizlənməsi və normallaşdırılması kimi əməliyyatların yerinə yetirilməsi önəmlidir (Sismanyazici D, Dogan B. (2016)).

Dəyər - Böyük verilənlərin daxilində önəmli dəyərlər var və bu dəyərlər əldə edilməlidir. Təşkilatın verilənləri arasından dəyəri tapmaq üçün güclü data analitika alətləri, data analitiklər lazımdır. Proqnozlaşdırıcı analitika vasitəsilə böyük dəyər əldə olunur, çünki o, səlahiyyətli şəxslərə verilənlərin təhlili zamanı gördükləri əlaqələr və vəziyyətlər əsasında proqnozlar verməkdə yardım edir.

Dürüstlük - Faktlar yalan məlumat vermir, lakin mürəkkəbliyi ilə böyük verilənlər yanıldıcı ola bilər. Data analitiklər pozuntulardan, dublikat informasiyalardan və doğru məlumat anlayışlarını tapmaq bacarığını məhv edə biləcək digər təhlükələrdən məlumatları təmizləməkdə çox diqqətli olmalıdırlar.

İoT sistemi ilə təchiz edilmiş mühitdə məlumat inteqrasiyası sensorlar və digər cihazlar vasitəsilə əldə edilmiş məlumatların toplanması, birləşdirilməsi və xüsusi formata uyğunlaşdırılmasıdır. Dağınıq halda olan məlumatların bir bütün şəklində vizuallaşdırılması, əlçatan olması və qərar qəbulunun sürətinin artırılması məlumatların inteqrasiyası vasitəsilə əldə olunur. İoT mühitində məlumat inteqrasiyasının üstünlükləri aşağıdakılardır:

Effektiv qərar qəbulu- Fərqli cihazlardan toplanan məlumatların inteqrasiyası sağlamlıq monitorinq sisteminə daha əhatəli və real vaxt görünüşünü təmin edir. Bunun nəticəsində də sürətli və daha effektiv qərar qəbulu həyata keçirilir.

Səmərəlilik və avtomatlaşdırma - Məlumat inteqrasiyasından istifadə ilə verilənlər axını və İoT cihazları arasındakı əlaqə genişlənir. Bu da optimallaşdırılmış əməliyyatların avtomatlaşdırılmasına və səmərəliliyə töhfə verir.

Real vaxt rejimində monitorinq və nəzarət - İoT cihazlarından alınan məlumatlar operativ izlənilir və idarə olunur. Buna görə də ani hərəkətlər zamanı problem qısa müddətdə aşkar olur və həll edilir.

Baxım və səhvlərin qarşısının alınması - Həmçinin məlumat inteqrasiyası vasitəsilə cihazların vəziyyəti və performansını haqqında məlumat əldə olunur. Bu da cihazlarda baş verə biləcək mümkün xətalara və texniki xidmətə olan ehtiyacı əvvəlcədən müəyyən etməyə şərait yaradır.

Əşyaların interneti sahəsində proseslər hər il yeni texnologiyalarla dəstəklənir. İOT mühitində məlumat inteqrasiyasının gələcəkdə tamamilə yeni tendensiyalara yol açacağı gözlənilir (Singh.S.K, Singh.R.S, Ankit C. (2021)).

Böyük ölçülü məlumat dəstinin əl ilə təhlil edilməsi çox vaxt apararaq zaman itkisinə səbəb olur və baha başa gəlir. Data analitikası isə imkan verir ki, vaxta, enerjiyə qənaət edilsin və geniş məlumat dəstindən müxtəlif statistikalar, qiymətli məlumatlar əldə olunsun. Məlumatların təhlili qərar qəbul etmə proseslərini təkmilləşdirir. Arzu olunan nəticələrə çatmaq və effektiv strategiyaların tətbiq olunması sağlamlıq müəssisəsinin işini yüngülləşdirir.

Məlumatların təmizlənməsi: Data analitikası verilənlərin təmizlənməsində önəmli rol oynayır, bu verilənlərin hazır vəziyyətə gətirilməsində kritik aspektidir. Bu zaman verilənlər toplusunda verilənlər vahid hala gətirilməsi üçün redaktə və strukturlaşdırma işləri aparılır. Lazımsız və ya korlanmış məlumatlar silinir. Məlumatlar ən yaxşı təhlil üçün kompüterlərin anlayacağı müvafiq formatlara çevrilir.

Beləliklə, İOT-də data analitikası aşağıdakı dörd komponenti əhatə edir:

Məlumatların toplanması - İOT sensorlarından və digər cihazlardan temperatur, təzyiq, hərəkətlilik və rütubət kimi müxtəlif parametrlə məlumatlar toplanılır .

Məlumatların saxlanması - Toplanan məlumatlar mərkəzi serverə və ya bulud sisteminə göndərilir.

Məlumatların emalı - Normallaşdırma, dəyişdirmə üsulları ilə verilənlər emal edilir.

Məlumatların təhlili - Statistik üsullar və ya maşın öyrənməsinin tətbiqi ilə verilənlər təhlil olunur.

Məlumatların vizuallaşdırılması - Təhlil edilmiş məlumatların vizuallaşdırılması üçün vizuallaşdırma alətlərindən istifadə edilir. Bu zaman diaqramlar, qrafiklər və digər

göstəricilər yaradılır. Təzyiq, nəbz, ürək döyüntüsü dinamik şəkildə təsvir edilir. Vizuallaşdırma vasitəsilə məlumatlar daha rahat başa düşülür, dəyişikliklər asanlıqla izlənilir.

İoT-ilə əldə edilən məlumatların təhlili zamanı bəzi problemlər ortaya çıxıb bilər:

Məlumat təhlükəsizliyi - İoT cihazları vasitəsilə toplanan məlumatlar kibərhücumlara məruz qalır. Müəssisə məlumatların təhlükəsiz şəkildə saxlanıldığından əmin olmalıdır.

Məlumatlara yalnız səlahiyyətli şəxslərin girişinə icazə verilməlidir.

Məlumat məxfiliyi - Məlumatlar məxfilik və təhlükəsizlik qaydalarına uyğun olaraq toplanmalı və istifadə edilməlidir.

Məlumatların keyfiyyəti - Məlumatlar təhlil üçün dəqiq, aktual, doğru və tam olmalıdır.

Sensorlar və cihazların düzgün işlədiyindən əmin olmaq və səhv toplanmış verilənləri müəyyən etmək lazımdır. Müəyyən zaman intervalları ərzində verilənlər bazasındakı məlumatlar yeniləri ilə əvəz olunur ki, bu da aktuallığın təmin olunmasına imkan verir.

Məlumatların tamlığı əksik məlumatların olmamasını və bütünlüyünü təmin edir.

3.3. İoT vasitəsilə əldə edilmiş tibbi verilənlərin təhlilinin növləri.

İoT ilə data analitikası aşağıdakı dörd kateqoriyaya ayrılı bilər:

- Təsviri Analitika
- Diaqnostik Analitika
- Proqnozlaşdırıcı Analitika
- Preskriptiv Analitika

Təsviri təhlil zamanı mövcud verilənlərin strukturu və tərkibi haqqında ətraflı məlumatlar alınır. Verilənlər həcminə və mövcud əlaqələrə görə sinifləndirilir. Təsviri təhlil ümumiyyətlə verilənlərin xüsusiyyətlərinin anlaşılacaq və aydın formada ifadə edilməsinə kömək edir. Verilənlərin vizual təqdimatı, belə ki, histoqramlar, cədvəllər, xətti qrafiklər, heatmaps, qutu qrafikləri və s. kimi elementlər deskriptiv təhlilin əsas hissəsidir. Deskriptiv təhlildə istifadə olunan əsas metodlar bunlardır: Ortalama-verilən dəyərlərin orta qiymətini müəyyən edir, median-dəyərlərin ortasında yerləşən dəyəri aşkar

edir, mod-ən çox təkrarlanan qiyməti müəyyən edir, standart sapma-verilən qiymətlərin ortalamadan nə qədər uzaqlaşdığını göstərir, varians -qiymətlərin ortalamadan nə qədər fərqləndiyini göstərir (Singh.S.K, Singh.R.S, Ankit C. (2021)).

İoT-da verilənlərin təhlili zamanı diaqnostik analitika, əldə edilmiş məlumatları təhlil edərək keçmişdə baş vermiş hadisələrin səbəblərini müəyyən etməyə yardım edən bir prosesdir. Diaqnostik təhlil, "Niyə bu hadisə baş verdi?" sualı üçün bir cavab axtarır və tapılan cavab əsasında daha yaxşı qərarlar qəbul etməyə imkan verir. Bu təhlil uyğunsuzluqları aşkar etmək, xəstələrin sağlamlıq vəziyyətini izləmək və xəstəliklərin əsas səbəblərini müəyyən etmək üçün bir vasitədir. Bu texnologiya, məlumatların səbəb-nəticə əlaqələrini və müxtəlif hadisələrin arxasında duran səbəbləri anlamağa, real vaxtda toplanan böyük həcmli məlumatların təhlili yolu ilə effektiv diaqnoz və müalicə proseslərinin təmin edilməsinə kömək edir. Tarixi məlumatlar analiz edilərək, pasientin sağlamlığındakı dəyişikliklər aşkarlanır.

Əsas diaqnostik təhlil üsulları:

1. Korrelyasiya analizi
2. Qruplaşdırma analizi
3. Reqressiya analizi
4. Anomaliya aşkarlanması
5. Köklü səbəb analizi

Diaqnostik təhlil sağlamlıq monitorinq sistemlərində aşağıdakı vəziyyətlərin aşkarlanmasında tətbiq olunur:

Pasiyentin sağlamlıq dəyərləri arasında olan əlaqələrin müəyyən edilməsi: Məsələn, eyni zamanda təzyiq, nəbz və temperaturu ölçərək, onlar arasındakı əlaqənin təhlili ilə pasiyentdə mövcud olan xəstəliyin aşkarlanması.

Xəstəliyin yaranma səbəbinin müəyyənəndirilməsi. Fərqli sağlamlıq parametrləri təhlil olunaraq problemin yaranma səbəbi tapılır.

Pasiyentin sağlamlıq məlumatlarını təhlil edərək fərdi sağlamlıq problemlərinin aşkarlanması.

Müalicə üsullarından hansının daha effektiv nəticələr verdiyinin müəyyən olunması. Pasientin gündəlik vərdişlərinin onun sağlamlığına necə təsir göstərdiyinin analizi. Verilənlərin təhlili zamanı proqnozlaşdırıcı analitika, gələcəkdə baş verə biləcək hadisələri proqnozlaşdırmaq üçün real-vaxt və tarixi məlumatlardan istifadə edir. Bu təhlil vasitəsilə baş verə biləcək sağlamlıq problemləri əvvəlcədən aşkarlanır. Proqnozlaşdırıcı analitika risklərin qiymətləndirilməsi, qərar qəbul edilməsi və müalicə planlarının optimallaşdırılması üçün istifadə olunur. Təhlil zamanı ML istifadə olunaraq proqnozlaşdırıcı model yaradılır və tarixi məlumatlardan istifadə edərək təlim edilir. Bunun nəticəsində gələcək nəticələri öyrənməyə köməklik edən dərin təhlil üsulu yaradılır.

Preskriptiv analitika “Nə etməliyik?” sualına cavab tapmaqda köməklik göstərir. Mövcud məlumatlar əsasında ən optimal qərarların və təkliflərin verilməsində mühüm rol oynayır. Məlumat təhlilindən alınan nəticələrə əsasən uyğun həllər təklif edilir. Preskriptiv təhlil zamanı optimizasiya alqoritmləri, simulyasiya modelləri, deterministik və stoxastik modellər istifadə olunur. Avtomatlaşdırılmış qərar qəbuletmə sistemləri iş yükünü azaldır, məsələn müalicə avtomatik qərarlaşdırılır, dərman dozaları bu sistem vasitəsilə təyin olunur. Preskriptiv təhlil həmçinin vaxta qənaət etməkdə köməklik edir.

3.4. Maşın öyrənmə texnologiyasının tətbiqi ilə İoT verilənlərinin təhlili.

İoT ilə əldə edilən sağlamlıq verilənlərinin təhlilində istifadə edilən bir çox maşın öyrənmə alqoritmi mövcuddur. Bu alqoritmlər vasitəsilə əldə edilən məlumatlar modelin öyrənilməsində və proqnozlar verilməsində istifadə olunur. Maşın öyrənmə alqoritmləri nəzarətli, nəzarətsiz və gücləndirici öyrənmə olaraq 3 yerə bölünür. ML alqoritminin seçilməsi məlumat növü və tipindən asılıdır. Optimallaşdırma problemi ML-də başlıca proseslərdən biridir. Hiper parametrlərin optimallaşdırılmasında aşağıdakı addımlar həyata keçirilir:

1. Məqsəd funksiyasının seçilməsi;

2. Hiperparametrlərin seçilməsi, uyğun optimallaşdırma texnikasının müəyyənləşdirilməsi;
3. ML modelinin öyrədilməsi;
4. Optimallaşdırma prosesinin başlanılması;
5. Seçilmiş hiperparametrlər üçün yenidən dar bir test üsulu tətbiq edilməsi;
6. Performansı ən yaxşı olan hiperparametrin seçilməsi.

```

import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split, GridSearchCV
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score
data = pd.read_csv('health_data.csv')
X = data.drop('target', axis=1)
y = data['target']
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
model = RandomForestClassifier(random_state=42)
param_grid = {
    'n_estimators': [50, 100, 200],
    'max_depth': [None, 10, 20, 30],
    'min_samples_split': [2, 5, 10],
    'min_samples_leaf': [1, 2, 4]
}

grid_search = GridSearchCV(estimator=model, param_grid=param_grid, cv=5, n_jobs=-1, verbose=2)
grid_search.fit(X_train, y_train)
print("Ən yaxşı hiperparametrlər: ", grid_search.best_params_)
best_model = grid_search.best_estimator_
y_pred = best_model.predict(X_test)
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print("Test dəstində dəqiqlik: ", accuracy)

```

Şəkl.3.6. Hiperparametrlərin optimallaşdırılması

Ən geniş istifadə edilən alqoritmlər aşağıdakılardır.

Xətti reqressiya: Bir neçə göstərici arasındakı əlaqəni müəyyən etmək üçün istifadə edilən ən sadə maşın öyrənmə alqoritmlərindən biridir. Bu üsul, sağlamlıq verilənlərinin təhlili və proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunur. Sadə xətt ilə bir göstəricinin digərilə olan münasibətini anlamağa kömək edir.

Xətti reqressiyanın sağlamlıq verilənlərinin təhlilində rolu:

Tibbi dəyərlərin proqnozlaşdırılması: Xətti reqressiya, fərqli dəyərlərin gələcəkdəki vəziyyətlərini proqnozlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Məsələn, ürək döyüntüsü, təzyiqi və temperatur kimi dəyərlərin zaman keçdikcə necə bir vəziyyətdə olacağını təyin edə bilərik.

Xəstəliyin riski analizi: Müəyyən olunmuş tibbi dəyərlər və demoqrafik məlumatlara əsasən xəstəlik riskinin analizi və proqnozu üçün xətti reqressiyadan istifadə edilir.

Xətti reqressiya, iki göstərici arasında olan əlaqənin gücünü və hansı istiqamətdə olduğunu təhlil etməyə imkan verir. Bu alqoritmdən istifadə edərək, məsələn, pasientin həyat tərzi və tibbi vəziyyəti arasındakı əlaqə müəyyənləşdirilir.

Müxtəlif pasientlər arasında tibbi dəyərlərin müqayisəli təhlili üçün xətti reqressiya üsulu istifadə olunur. Məsələn, müxtəlif yaş qruplarındakı qan təzyiqi səviyyələrinin müqayisəsi bununla həyata keçirilir.

Sağlamlıq monitorinq sistemlərindən əldə edilən tibbi verilənlər dəstində, logistik reqressiya alqoritmi xəstəliyin mövcud olub-olmadığını aşkar edir. Bu alqoritmin başlıca məqsədi dəqiq bir cavabın əldə olunmasıdır. Logistik reqressiya riyazi cəhətdən sadə olduğuna görə digər ML alqoritmlərindən fərqlənir. Hesablamalar sadə şəkildə olduğu üçün səhvlərin düzəldilməsi asandır. Yaddaş və emal gücü baxımından səmərəli olduğu üçün böyük verilənlər dəstinin emalını yüksək sürətlə edir. Həmçinin logistik reqressiya təhlükələr arasındakı münasibəti qiymətləndirir.

Super vektor maşınları: SVM alqoritminin məsələn, fərdi səbəbə görə xəstəliyi proqnozlaşdırmaq üçün istifadəsi yararlı ola bilər. SVM alqoritminin əsas işləmə prinsipi, datasetlər arasından ayrıcı çəkməyə kömək edən optimal həlli təyin etməkdir. SVM verilənlərin müxtəlifliyinə görə klassifikasiya edilməsində də istifadə olunur. Məsələn, sensorlardan toplanan verilənlər əsasında təhlil baş tutur və buradan əldə edilən nəticələr hər hansısa bir xəstəliyin əlamətləri ola bilər. SVM belə məlumatlar üzərində işləyərək, sondakı nəticələrin doğruluğunu artırmağa və mövcud xəstəliklərin daha yaxşı idarə edilməsinə kömək edə bilər. Bundan əlavə, SVM, sağlamlıq monitorinq sistemlərində məlumatların pozuntularını da təhlil etmək üçün istifadə olunur. Bu, sistemdə qeyri-

normal davranış vəziyyətlərini aşkar etmək və zərərli təsirlərin qarşısını almaq üçün əhəmiyyətli ola bilər. Bu cür məqsədlər üçün SVM istifadə edərkən, optimal hiperparametrləri təyin etmək və modelin doğruluğunu yoxlamaq üçün kross-validasiya və digər performans metrikalarından istifadə etmək vacibdir.

Aşağıda SVM istifadə edərək, nəbzdə baş verən anormallığın aşkar edilməsi üçün verilənlərin python-da təhlili göstərilmişdir. Bu təhlili aparmaq üçün Pandas, Numpy, Matplotlib kitabxanalarından istifadə edilib. Pandas python kitabxanası olub, adını “panel data” terminindən götürüb. Pandas-da məlumatlar iki strukturda olur: Seriyalar və DataFrame. Numpy riyazi kitabxana olub hesablamaları həyata keçirir. Matplotlib isə vizuallaşdırmanı həyata keçirir.

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.svm import OneClassSVM
import matplotlib.pyplot as plt
pulse_data = {
    'time': ['2024-05-19 10:00', '2024-05-19 10:01', '2024-05-19 10:02', '2024-05-19 10:03',
            '2024-05-19 10:04', '2024-05-19 10:05', '2024-05-19 10:06', '2024-05-19 10:07',
            '2024-05-19 10:08', '2024-05-19 10:09'],
    'pulse': [70, 72, 150, 71, 73, 72, 70, 69, 72, 74] # 150 anomaliyadır
}
df = pd.DataFrame(pulse_data)
df['time'] = pd.to_datetime(df['time'])
df['timestamp'] = df['time'].map(pd.Timestamp.timestamp)
X = df[['pulse']]
model = OneClassSVM(kernel='rbf', gamma=0.001, nu=0.05)
model.fit(X)
df['anomaly'] = model.predict(X)
df['anomaly'] = df['anomaly'].apply(lambda x: 1 if x == -1 else 0)
anomalies = df[df['anomaly'] == 1]
print("Nəbz məlumatları:")
print(df)
print("\nAşkar edilmiş anomaliyalar:")
print(anomalies)
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(df['time'], df['pulse'], label='Pulse', color='blue')
plt.scatter(anomalies['time'], anomalies['pulse'], color='red', label='Anomaly', marker='o')
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Pulse')
plt.title('Pulse Data with Anomalies Detected by One-Class SVM')
plt.legend()
plt.show()
```

Şəkil 3.2. Anormallığın aşkar edilməsi üçün python-da kod təsviri

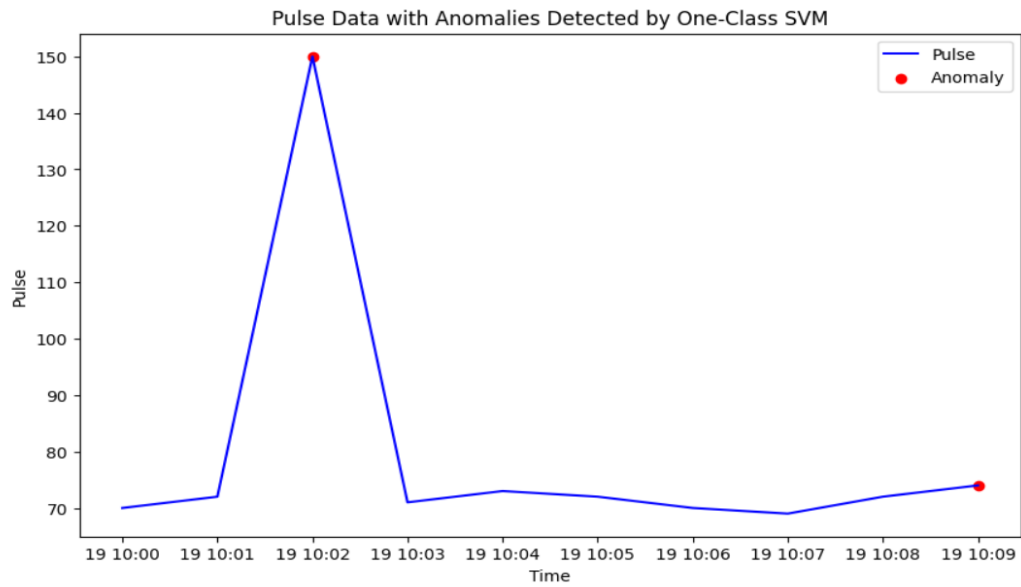
```

Nəbz məlumatları:
      time pulse timestamp anomaly
0 2024-05-19 10:00:00 70 1.716113e+09 0
1 2024-05-19 10:01:00 72 1.716113e+09 0
2 2024-05-19 10:02:00 150 1.716113e+09 1
3 2024-05-19 10:03:00 71 1.716113e+09 0
4 2024-05-19 10:04:00 73 1.716113e+09 0
5 2024-05-19 10:05:00 72 1.716113e+09 0
6 2024-05-19 10:06:00 70 1.716113e+09 0
7 2024-05-19 10:07:00 69 1.716113e+09 0
8 2024-05-19 10:08:00 72 1.716113e+09 0
9 2024-05-19 10:09:00 74 1.716113e+09 1

Aşkar edilmiş anomaliyalar:
      time pulse timestamp anomaly
2 2024-05-19 10:02:00 150 1.716113e+09 1
9 2024-05-19 10:09:00 74 1.716113e+09 1

```

Şək 3.3. Nəbzdəki anormallığın aşkar olunması proqramının nəticəsi



Şək 3.4. Təyin edilmiş anormallığın qrafik təsviri

Qərar ağacları: Qərar ağacı məsələnin bütün mümkün həll yollarını təyin etməyə imkan verir. Bu model İoT vasitəsilə əldə edilən mürəkkəb verilənlərin təhlilində vaxta qənaət edir. Qərar ağacı alqoritmi risk faktorlarının müəyyənləşdirilməsi, xəstəliyin erkən aşkarlanması, müalicənin təsirinin qiymətləndirilməsi kimi məsələlərin həllində istifadə edilir.

Təsadüfi meşə: Təsadüfi meşə alqoritmi nəzarət edilən təsnifat alqoritmidir və həm reqressiya, həm də təsnifatlaşdırma məsələləri üçün istifadə edilir. Bu alqoritm özündə qərar ağaclarını cəmlədiyi üçün təsnifatlaşdırma üsulunun dəyərini artırır. Bir yerdə cəmlənmiş qərar ağaclarından nəticəsi ən yüksək olan seçilir. Təsadüfi meşənin digər

alqoritmlərə nisbətən əsas üstünlüklərindən biri onların çatışmayan məlumatları effektiv idarə etmək qabiliyyətidir. Tam verilənlər bazası tələb edən bəzi alqoritmlərdən fərqli olaraq, təsadüfi meşə üsulu digər xüsusiyyətlərə əsaslanaraq itkin dəyərləri idarə edir. Ağacların sayı artdıqca dəqiq nəticə əldə etmə nisbətimiz artır. Onun qərar ağacları alqoritmi ilə əsas fərqi təsadüfi meşə alqoritmində kök düyünün tapılması və qovşaqların bölünməsi prosesinin təsadüfi olmasıdır.

Sağlamlıq monitorinq sistemlərində təsadüfi meşə alqoritmi aşağıdakı məqamlarda geniş tətbiq olunur:

Xəstəliklərin təsnifatı: Müxtəlif xəstəliklərin aşkarlanması və təsnif edilməsi.

Risk analizi: Xəstələrin müəyyən bir xəstəlik vəziyyətinə görə risk dərəcəsinin qiymətləndirilməsi.

Sağlamlıq vəziyyətlərinin proqnozlaşdırılması: Xəstələrin gələcəkdə qarşılaşa biləcəyi sağlamlıq problemlərinin proqnozlaşdırılması.

Neyron şəbəkələri – fərqli sensorlardan əldə olunan verilənləri təhlil edərək mürəkkəb əlaqələri müəyyənləşdirir. Bu üsulla tədqiqatçılar statistik məlumatlarla təmin olunur və ehtimal edilən sağlamlıq risklərinin qarşısı vaxtında alınır. Neyron şəbəkələri müxtəlif məlumat tipləri ilə işləmək qabiliyyətinə malikdir. Məsələn, səsli verilənlərin işlənilməsi neyron şəbəkələri vasitəsilə mümkündür.

CNN alqoritmi: Bu alqoritm dərin öyrənmə alqoritmi olub, təsvirlər və ya səs siqnalları şəklində olan verilənlər əsasında təhlil aparır. Fərqli tipdə olan verilənlərin analizi üçün səmərəli üsuldur. Rentgen və ultrasəs kimi tibbi verilənlərin təhlilinin CNN alqoritmi vasitəsilə aparılması mümkündür. İoT ilə əldə edilən verilənlərin təmizlənməsində də CNN istifadə edilir.

Qradyent gücləndirmə böyük verilənlərin təhlilində proqnozlaşdırmanın sürətli həyata keçirilməsi üçün əlverişli üsuldur. Bu alqoritmi zəif alqoritmlərin birləşməsi kimi təsvir etmək olar. Hər bir zəif model təhlil etmək istədiyimiz məlumata ardıcıl olaraq tətbiq olunur. Alınan nəticələrdəki səhvlərə əsasən yeni modelin öyrənilməsi həyata keçirilir. Dəqiqlik və performans xüsusiyyətləri müxtəlif mənbələrdən alınmış verilənlərin

təhlilinin səmərəli yolla həyata keçirilməsinə şərait yaradır. Hiperparametrlərin düzgün təyini bu modelin işinə təsir edən əsas amillərdən biridir. Qradyent gücləndirmə ilə həm sensorlardan əldə edilmiş tibbi məlumatlar təhlil edilir, həm də mövcud məlumatlar üzərində mürəkkəb təhlil aparılaraq sadə model yaradılır və proqnozlar verilir.

K-means fərqli məlumat mənbələri arasındakı məsafələri hesablayaraq məlumat nöqtələrini təsnif etmək üçün istifadə olunan sadə ML alqoritmidir. Bu alqoritm nəzarətsiz öyrənmə alqoritmlərindən biridir. K-means klasterləşdirmə üçün istifadə olunur. Klasterlərin neçə dənə olacağı k dəyəri ilə müəyyən edilir. Alqoritm təsadüfi mərkəz nöqtələri seçir daha sonra təsadüfi seçilmiş digər nöqtələrin hansı mərkəzə yaxın olub-olmadığını müəyyən edərək onları qruplaşdırır. Daha sonra yeni mərkəz nöqtələri seçilərək, bu proseslər sabit vəziyyət alınana qədər təkrarlanır.

K-means alqoritm tıbbi məlumatların təhlili zamanı bir neçə məqamda istifadə edilir:

1. Tibbi verilənlərin kateqoriyalara ayrılması: K-means verilənləri analiz edir və məlumatlar oxşarlıq dərəcəsinə əsasən qruplaşdırılır. Bununla da məsələn, xəstələr müvafiq xəstəlik əlamətinə görə qruplaşdırılır: xərcəng xəstələri bir qrupda, diabet xəstələri başqa bir qrupda və s.
2. Anormal vəziyyətlərin müəyyən olunması: Normal vəziyyətdə olan verilənlərlə yanaşı, k-means anormal vəziyyətləri də aşkarlayır və ehtimal olunan problemlər haqqında öncədən məlumat əldə etməyə imkan verir. Xəstəlik əlamətinin göstəricisi olan anormallıqlar bir qrupda toplanılır.
3. Verilənlərin sadə formalara çevrilməsi: İoT vasitəsilə əldə olunmuş tibbi verilənlərin böyük həcmli olması səbəbindən onların işlənməsi çətinləşir. K-means alqoritm vasitəsilə təhlil əldə edilmiş verilənləri sadə və açıq formada təqdim edir. Bu proses tədqiqatçılar üçün təhlil prosesini daha asan hala gətirir.

Nəticə

Dissertasiya işində İoT texnologiyasının səhiyyə sahəsində tətbiqi, sağlamlıq monitorinq nümunələri, xəstələr xəstəxanalar və tibb işçiləri üçün hansı nəticələrə malik olduğu araşdırılmışdır. Sağlamlığın uzaqdan monitorinqi, səhiyyədə İoT-nin izlədiyi proseslər, üstünlükləri, səhiyyəyə hansı istiqamətlərdə təsir etdiyi məsələlərinə baxılmışdır. Baxılan məsələlərdə İoT-dən istifadənin faydaları, cihazların tibbi xidmətin keyfiyyətini artırması, bu texnologiyanın səhiyyədə tətbiqinin xəstələrin sağlamlığına necə köməklik göstərdiyi, səhiyyə sistemində işçilərin məhsuldarlığını yüksəltdiyi məsələlər aydın olmuşdur.

Həmçinin səhiyyə sahəsində istifadə olunan sensorlardan, onların təsnifatı və xüsusiyyətlərindən, sensorların səhiyyə sahəsində yenilikləri araşdırılmışdır. Araşdırmalar nəticəsində tibbdə istifadə olunan sensorlar sayəsində daha tez və dəqiq məlumatları əldə etmək, xəstəliklərin erkən aşkarlanması, lazım gəldikdə tibb işçilərinin xəstəyə uzadan müdaxilə etməsi kimi məsələlər aydın olmuşdur.

Bundan əlavə olaraq biz sağlamlıq monitorinq sistemində təhlükəsizlik məsələsinə toxunmuşuq. Fiziki və məlumat təhlükəsizliyində hansı təhlükələr var və onlara qarşı hansı təhlükəsizlik tədbirlərini görmüşük onları qeyd etmişik. Əlavə olaraq hazırladığımız praktiki işdə biz real təhlükələrdən biri olan fişinq üsulunu tətbiq etmişik.

İoT ilə əldə edilmiş tibbi verilənlərin təhlili üçün müasir həll üsulları araşdırılmışdır. Kənar və bulud hesablamaların birgə istifadəsilə real vaxt rejimində effektiv təhlil üsulu təklif olunmuşdur ki, bu da xərclərin və sürətin artırılmasında böyük əhəmiyyət daşıyır. ML alqoritmlərinin İoT verilənlərinə necə tətbiq olunacağı araşdırılmışdır. Super vektor maşını alqoritmi ilə tibbi məlumat anomaliyanın aşkar olunması üçün təhlil edilmişdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Amrit B.P. Edge Computing in IoT: What It Is and How to Use It Successfully, (06/20/2023).
2. Azadeh,Z. Data Analytics in Biomedical Engineering and Healthcare, 2021, Pages 119-130.
3. Akkaoui R. Blockchain for managing IoT devices in the medical industry. IEEE Trans. Eng. Manage. (2021).
4. Bahatskj.O, Bahatskj. V. (2018), Sensors Characteristics.
5. Dang L.M., Piran M.J., Han D., Min K., Moon H. A survey on the Internet of Things and cloud computing for healthcare. Electronics, 8 (7) (2019), p. 768,10.3390/electronics8070768.
6. G. Manogaran, D. Lopez. A Gaussian process based big data processing framework in cluster computing environment. Cluster Comput, 21 (1) (2018/03/01), pp.189-204.
7. G.Marques, R.Pitarma, N.M.Garcia, N.Pombo (2019). Internet of things architectures, technologies, applications, challenges, and future directions for enhanced living environments and healthcare systems: a review.
8. Gupta A., Tripathi M., Sheikh T.J., Sharma A. Lightweight anonymous user authentication and basic setup scheme for portable devices. Calculation. Network., 149 (2019), p. 29 - 42,10.1016/j. comnet. 2018.11.021
9. Gope P. A lightweight and privacy-preserving two-factor authentication scheme for IoT devices. IEEE Internet. Things J., 6 (1) (2019), pp. 580-589.
- 10.XTATIC HEALTH (2024), İnternet of Things (IoT) Healthcare Examples.
- 11.KOSTA.M. (2024), The Internet of Things (IoT) in Healthcare & Medicine.
- 12.Kasia.G. (2023), What are IoT Sensors: Use Cases, Features, and Benefits.
- 13.Kostiantyn O. (2023) Cutting-Edge IoT Use Cases For 2023/ Emnify. Cutting-Edge IoT Use Cases for 2023.

14. Liu R., Weng Z., Hao S., Chang D., Bao C., Li X. Addressless: Enhancing IoT server security using IPv6. *IEEE Access*, 8 (2020), p. 90294 – 90315 p. 232 - 238, 10.14569/IJACSA.2016.070630
15. Maghdid, HS; Ghafoor, KZ; Sadiq, AS; Curran, K.; Rawt, DB; Rabie, K. A Novel AI-Assisted Framework for the Diagnosis of the COVID 19 Coronavirus Using Smartphone Embedded Sensors: A Design Study. In *Proceedings of the 2020 IEEE 21st International Conference on Information Reuse and Integration (IRI) for Data Science*, Las Vegas, NV, USA, 11–13 August 2020; Volume 1, p. 180–187.
16. Muthukumar, S.; Mary, WS; Rajkumar, R.; Dhina, R.; Gayatri, J.; Mathivadhani, A. Intelligent Humidity Monitoring System for Infectious Disease Control. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Computer Communications and Informatics (ICCCI)*, Coimbatore, Tamil Nadu, India, 23–25 January 2019; p. 127–132.
17. Mustapha.S, Abdelhamid.M (2016), *Wireless Sensor Network, Deploying Wireless Sensor Networks? WSN (Wireless Sensor Networks)*.
18. Rejeb.A, Rejeb.K, Treiblmaier.H, Appolloni.A, Alghamdi.S, Alhasawi.Y, Iranmanesh.M. (2024), *The Internet of Things (IoT) in healthcare: Taking stock and moving forward*.
19. Raza S., Wallgren L., Voigt T. SVELTE: Real-time intrusion detection in the Internet of Things. *Ad Hoc Network.*, 11 (8) (2013), p. 2661 - 2674, 10.1016/j.adhoc. 2013.04.014
20. Singh.S.K, Singh.R.S, Ankit C. *IoT-Based Data Analytics for the Healthcare Industry Techniques and Applications*, 2021.
21. Srinivas J., Das A.K., Kumar N., Rodrigues J.J.P.C. Cloud-centric authentication for a wearable healthcare monitoring system *IEEE Trans. Reliable Secure Comput.*, 17 (5) (2020), p. 942 - 956, 10.1109/TDSC.2018.2828306
22. S.B. Baker, W. Xiang, I. Atkinson (2017), *Internet of Things for smart healthcare: technologies, challenges, and opportunities*.

- 23.Sahu, S.; Dhote, Y. Research on big data: Issues, challenges and applications. Int. C. Innov. Res. Calculation. Kommun. Eng. 2016, 4, 10611–10616.
- 24.Sismanyazici D, Dogan B. Nesnelerin İnternetinde Veri Madenciliği / Data Mining on Internet of Things. October 2016. Conference: UBMK 2016At.
- 25.Wallgren L., Raza S., Voigt T. Routing attacks and countermeasures in RPL-based internet of things. Int. J. Distrib. Sens. Network., 9 (8) (2013).
- 26.Zhang J.X., Hoshino K. (Eds.), Molecular Sensors and Nanodevices (Second Edition), Micro and Nano Technologies, Academic Press (2019), p. 489 - 545,10.1016/B978-0-12-814862-4.00008-9.